

João Vitor Lopes Alves

# **Projeto e criação de um curso de impressão 3D para iniciantes**

Vilhena - RO

2021



João Vitor Lopes Alves

## **Projeto e criação de um curso de impressão 3D para iniciantes**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – campus Vilhena, realizado em cumprimento de requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – IFRO

Campus Vilhena

Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas

Orientador: Roberto Simplicio Guimarães

Vilhena - RO

2021

## FICHA CATALOGRÁFICA

### Biblioteca IFRO – Campus Vilhena

A474p

ALVES, João Vitor Lopes

Projeto e criação de um curso de impressão 3D para iniciantes / João Vitor  
Lopes Alves – Vilhena, Rondônia, 2021.

80f. ; il.

Orientador Prof. M.e. Roberto Simplício Guimarães

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento  
de Sistemas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia  
- IFRO

1. Impressora 3D 2. Cursos 3. Fundamentos I. Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – IFRO II. Título

006.68

Bibliotecária responsável Rosilene Maria do Couto Marques CRB 11/321

João Vitor Lopes Alves

## **Projeto e criação de um curso de impressão 3D para iniciantes**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia — campus Vilhena, realizado em cumprimento de requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Trabalho aprovado. Vilhena - RO, 14 de dezembro de 2021

---

**Roberto Simplicio Guimarães**

Orientador

---

**Juliano Fischer Naves**

IFRO - Campus Vilhena

---

**Marco Antonio Augusto de Andrade**

IFRO - Campus Vilhena

Vilhena - RO

2021



*Este trabalho é dedicado a minha família e a minha amiga, Aisha Roca Makhoul,  
que me ajudaram e apoiaram no desenvolvimento do mesmo.*



# Agradecimentos

Os agradecimentos principais são direcionados ao corpo docente do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, por todo aprendizado proporcionado e dedicação à turma, mesmo em situação de pandemia. Agradeço aos meus colegas de sala, pelo apoio e suporte durante o curso. Por fim agradeço, em especial, o meu professor coorientador, Juliano Fischer Naves, por todos os conselhos e ajudas durante o desenvolvimento deste projeto.



O único lugar onde o sucesso vem  
antes do trabalho é no dicionário.

---

Albert Einstein

# Resumo

Esta monografia apresenta o processo de desenvolvimento de um Curso Fundamentos de Impressão 3D. O objetivo do projeto é expor os fundamentos e materiais da tecnologia da impressão 3D. Quanto ao desenvolvimento, a metodologia *Kanban* foi utilizada para organizar o tempo e o processo de desenvolvimento. Ao término das gravações, os vídeos foram editados com auxílio da ferramenta *Adobe Premiere* e foi publicada na Internet na plataforma de compartilhamento de vídeos *YouTube* para validação e poderá ser consumida na plataforma de cursos do instituto para o usuário final.

**Palavras-chave:** Impressora 3D. Curso. Fundamentos.

# Abstract

This work presents the development process of developing a 3D Printing Fundamentals Course. The aim of the project is to expose the fundamentals and materials of 3D printing technology. As for the development, the methodology *Kanban* was used to organize the time and the development process. At the end of the recordings, the videos were edited using the tool *Adobe Premiere* and were published on the Internet on the video sharing platform *YouTube* for validation and can be consumed on the institute's course platform for the user Final.

**Keywords:** 3D Printing. Course. Fundamentals.



# Lista de ilustrações

Figura 1 – Sistema de Extrusão Bowden(A) e Direct(B) . . . . .	25
Figura 2 – Estrutura do Hotend . . . . .	26
Figura 3 – Processo impressão SLA . . . . .	27
Figura 4 – Molde Odontológico e Molde de Joias . . . . .	28
Figura 5 – Funcionamento da impressora DLP . . . . .	29
Figura 6 – Arquivo STL . . . . .	30
Figura 7 – Modelagem 3D . . . . .	31
Figura 8 – Fatiador Ultimaker Cura . . . . .	32
Figura 9 – Folha de papel entre o bico e a mesa . . . . .	33
Figura 10 – Primeira camada de impressão . . . . .	33
Figura 11 – Torre de temperatura . . . . .	34
Figura 12 – Teste de retração . . . . .	35
Figura 13 – Teste de overhang . . . . .	36
Figura 14 – Adobe Premiere Pro CC 2019 para edição de vídeos . . . . .	40
Figura 15 – Adobe Premiere Pro CC 2019 para legendar vídeos . . . . .	41
Figura 16 – Demonstração da conta teste do site Transkriptor . . . . .	42



# Lista de tabelas

Tabela 1 – Equipamentos utilizados para gravações . . . . .	39
Tabela 2 – Tópicos abordados no roteiro do curso . . . . .	43



# Lista de quadros

Quadro 1 – Como calcular o novo fluxo . . . . .	34
---	----



# Lista de abreviaturas e siglas

CAD	Computer-Aided Design (Desenho Assistido por Computador)
UV	Ultravioleta.
FDM	Fused Deposition Modeling (Modelagem por Deposição Fundida)
SLA	Stereolithography (Estereolitografia)
SLS	Selective Laser Sintering (Sinterização Seletiva a Laser)
DLP	Digital Light Processing (Processamento de Luz Direta)
PLA	Polylactic Acid or Polylactide (Ácido Polilático)
ABS	Acrylonitrile Butadiene Styrene (Acrilonitrila Butadieno Estireno)
PETG	Glycolized Polyester (Polietileno Tereftalato de Etileno Glicol)
TPU	Thermoplastic Polyurethane (Poliuretano Termoplástico)
STL	Standard Triangle Language (Linguagem Padrão do Triângulo)
IFRO	Instituto Federal de Rondônia



# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>23</b>
1.1	Contexto e problema	23
1.2	Objetivos	23
1.2.1	Objetivo geral	23
1.2.2	Objetivos específicos	23
1.3	Justificativa	24
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>25</b>
2.1	Processos de Impressão	29
2.2	Fatiador Ultimaker Cura	31
2.3	Processos de calibrações	32
2.4	Trabalhos similares	36
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>39</b>
3.1	Como foram feitas as gravações	39
3.2	Edição	40
3.3	Legendagem	40
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>43</b>
4.1	Roteiro	43
4.2	Vídeos	44
4.3	Legendas	45
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>47</b>
5.1	Trabalhos futuros	48
	Referências	49
	<b>ANEXOS</b>	<b>51</b>
	<b>ANEXO A – TERMO USO DE IMAGEM</b>	<b>53</b>
	<b>ANEXO B – ROTEIRO CURSO</b>	<b>55</b>



# 1 Introdução

## 1.1 Contexto e problema

Vivenciamos uma crescente popularização da impressão 3D, impulsionada pelo baixo custo de aquisição das impressoras 3D FDM *Fused Deposition Modeling* (Modelagem por Deposição Fundida) e de seus insumos, o surgimento de uma comunidade e de novas tecnologias. Porém, o acesso a essas tecnologias continua distante de um grande número de indivíduos, principalmente por fatores relacionados a questões financeiras, já que os conteúdos disponíveis no mercado, são em sua maioria pagos. No entanto, a falta de conhecimento técnico também é um fator considerável para este cenário.

Neste contexto todo e qualquer conteúdo produzido de forma a facilitar o entendimento de um público “leigo e ou iniciante” e, disponibilizado gratuitamente é de extrema valia. Assim sendo, "Como esclarecer os fundamentos da impressão 3D para os indivíduos que possuem pouco ou nenhum conhecimento dessa tecnologia?"

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo geral

Planejar, criar e publicar um curso sobre impressão 3D para iniciantes, expondo os fundamentos e materiais desta tecnologia.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Entender fundamentos básicos da impressão 3D;
- Elaborar um roteiro;
- Realizar gravações;
- Realizar edições;
- Disponibilizar o curso para ser consumido.

### 1.3 Justificativa

Apesar do grande crescimento da tecnologia 3D, ainda existem poucos cursos completos em português, sendo possível encontrar mais tutoriais curtos abordando a tecnologia FDM. A grande maioria dos cursos de conteúdos relacionados a impressão 3D encontrados hoje no mercado são pagos. Hoje os cursos oferecidos de forma online a um menor custo variam de R\$300,00 à R\$500,00. A exemplo dos cursos oferecidos virtualmente pela **3DLAB**<sup>1</sup> que abordam conteúdos que possibilitam ao aluno domínio em impressão 3D do básico ao avançado que custa R\$399,90 e também pela **Escola de Impressão 3D**<sup>2</sup>, que oferece o mesmo tipo de conteúdo a R\$497,00. Assim sendo, o objetivo deste trabalho é produzir e disseminar o mesmo tipo de conteúdo **gratuitamente**.

Aprender a utilizar essa tecnologia nos dias de hoje é de extrema importância, já que esta pode nos auxiliar a minimizar e ou solucionar diversos problemas, um grande exemplo disso, se deu no início da pandemia no ano de 2020, já que foi possível confeccionar por meio da impressão 3D, cerca de 5000 unidades de *Face Shields* para proteger e auxiliar no combate a contaminação do Coronavírus (COVID-19) vários profissionais da área da saúde do nosso estado e norte do Mato Grosso com apoio de alunos e professores do IFRO *Campus* Vilhena e parceiros.

---

<sup>1</sup> Disponível em <https://3dlab.com.br/produto/curso-de-impressao-3d-online/>

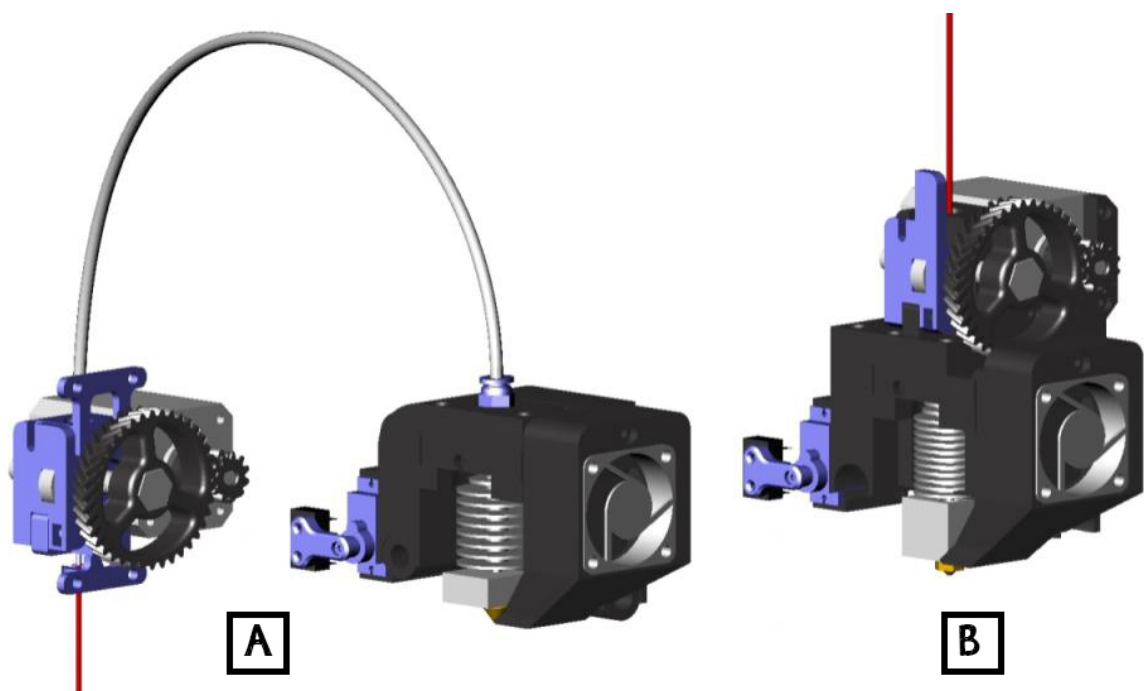
<sup>2</sup> Disponível em <https://cursos.escoladeimpressao3d.com.br/curso-master-de-impressao-3d-2021>

## 2 Fundamentação teórica

As impressoras 3D são compostas por diversos tipos de tecnologias, porém as mais utilizadas e fabricadas atualmente são: **FDM Fused Deposition Modeling (Modelagem por Deposição Fundida)**, **SLA Stereolithography (Estereolitografia)**, **DLP Digital Light Processing (Processamento de Luz Direta)**, **SLS Selective Laser Sintering (Sinterização Seletiva a Laser)**.

FDM é o tipo mais comum de impressora 3D. Utiliza como material uma espécie de plástico, cujo chama-se filamento termoplástico. Existe duas formas de realizar a extrusão do material, **Bowden(A)**, onde a extrusora fica longe da cabeça de extrusão ou **Direct Drive(B)**, onde a extrusora fica junto da cabeça de extrusão (COMBTECH, 2018). Exemplos dos tipos de sistemas de extrusão estão demonstrados na figura 1.

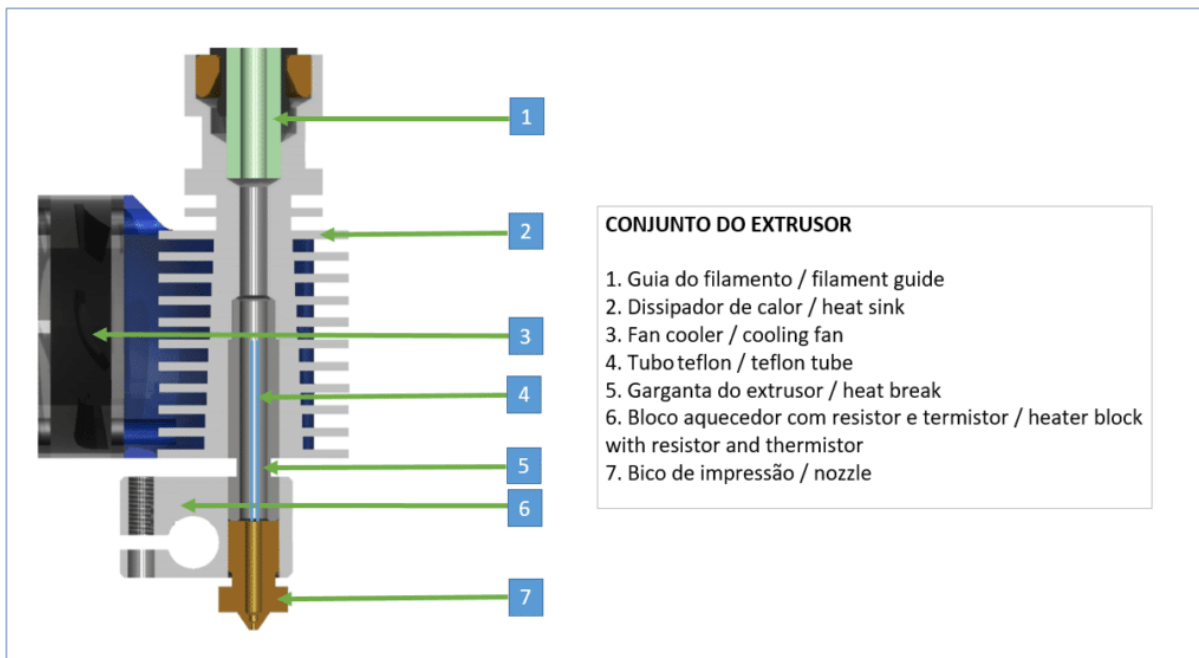
Figura 1 – Sistema de Extrusão Bowden(A) e Direct(B)



Fonte: <https://filamentos3dbrasil.com.br/2016/03/10/qual-a-diferenca-entre-bowden-e-direct-extruder/>

O material passa pelo *hotend* 2, onde é aquecido e extrusado através do bico da cabeça de extrusão, movimentando-se de um lado para o outro no plano cartesiano X, depositando o plástico fundido na mesa da impressora que se movimenta no plano cartesiano Y, ou seja, para frente ou para trás. Ao decorrer do desenvolvimento da impressão, o eixo Z desce ou sobe camada por camada.

Figura 2 – Estrutura do Hotend

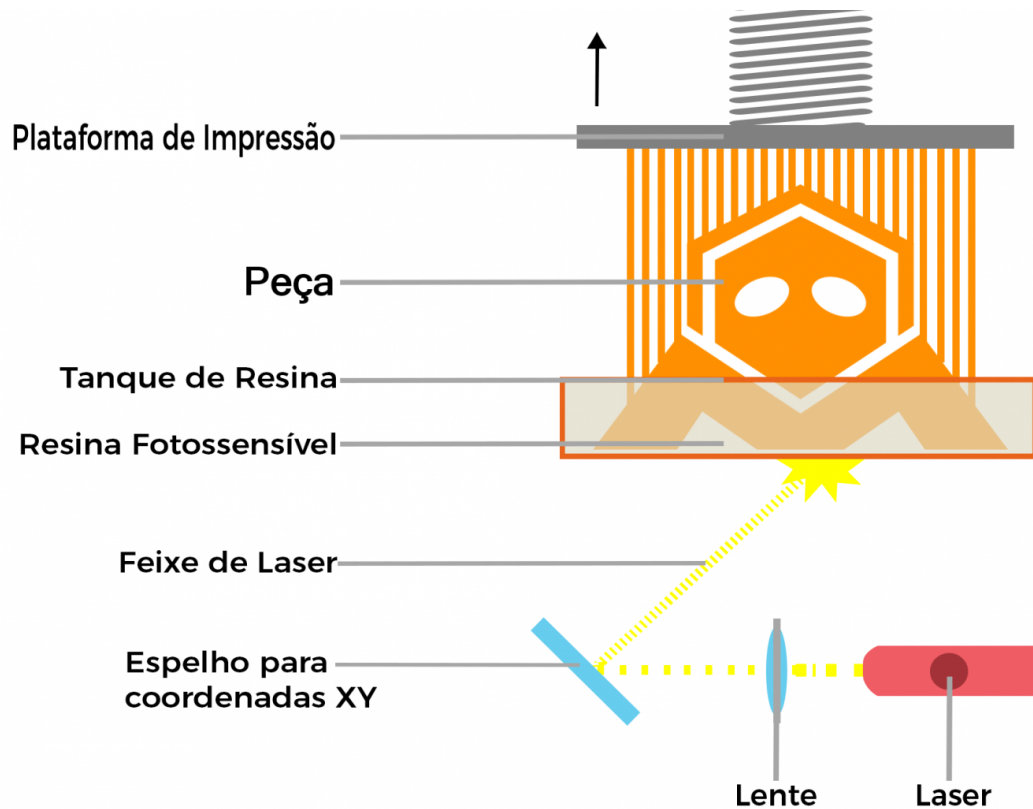


Fonte: <https://3dlab.com.br/glossario-de-impressao-3d/>

Este tipo de impressora 3D é um meio “econômico” para desenvolver produtos e prototipagem rápida, uma vez que é capaz de fabricar peças robustas de forma confiável e rápida.

O SLA é o mais antigo entre os tipos de impressoras 3D. Funcionando através da exposição de uma camada de resina líquida fotossensível a um raio UV (Ultravioleta), de modo que a resina se torne sólida. Uma vez que o laser passa por uma camada de resina no padrão desejado, começa a endurecer. Sua plataforma de construção desce ou sobe no tanque de resina da impressora, reduzindo a espessura de uma única camada e o laser começa a formar a próxima camada (3DLAB, 2020). Cada uma das camadas é construída em cima da anterior conforme mostrado na figura 3.

Figura 3 – Processo impressão SLA



Fonte: <https://www.wishbox.net.br/blog/impressao-3d/>

Após a conclusão da impressão, o objeto deve ser enxugado com um solvente. Às vezes é cozido em um forno UV para terminar o processamento.

Este tipo de impressora, cria objetos de superfície bem lisa, com uma imensa qualidade nos detalhes e está cada vez mais popular em indústrias de joias e odontologia estética, com o objetivo de realizar moldes perfeitos. Exemplos desses moldes estão demonstrados na figura 4.

Figura 4 – Molde Odontológico e Molde de Joias



Fonte: <https://www.3dapplications.com.br/category/joalheria/>

O SLS é bem semelhante ao SLA, porém, sua principal diferença é que este tipo de impressora usa material em **pó** na área de impressão em vez de utilizar **resina líquida**. Um laser é usado para sinterizar de forma seletiva uma camada de grânulos, que liga o material em conjunto para solidificá-lo (COMBTECH, 2018).

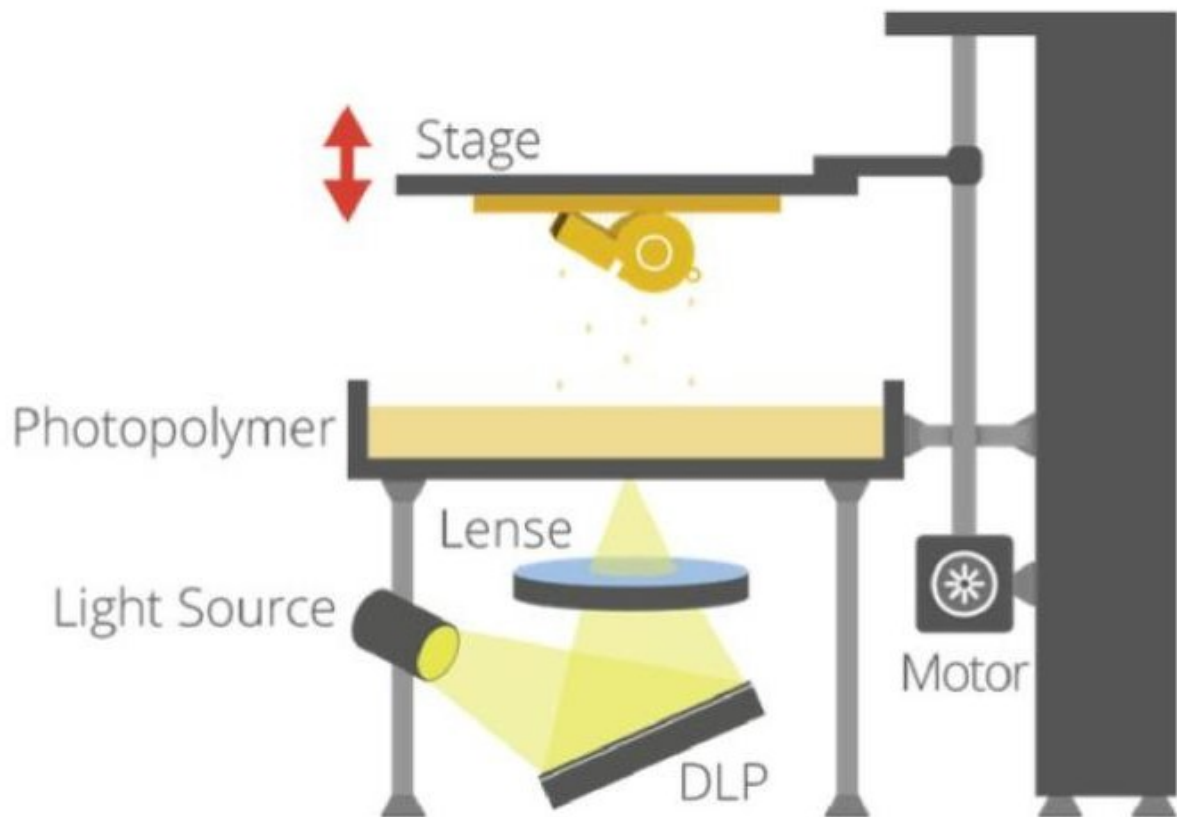
O objeto após ser formado, tende ser deixado na máquina até esfriar, para posteriormente removê-lo.

Seus tipos de materiais variam desde nylon, vidro e cerâmica, até alumínio, prata e aço.

O DLP também é um pouco parecido com o SLA. Ambos usam **polímeros líquidos**, mais conhecidos como **resinas**. As impressoras curam a resina aplicando a luz. O SLA faz isso com o **laser**, já o DLP com um **projektor especial**, usando uma grade de micro espelhos movimentados através da placa controladora da impressora, tais espelhos são minúsculos, movimentam-se inclinando para frente e para trás. Quando o espelho está inclinado para frente, reflete a luz, resultando um pixel brilhante, inclinando-se para trás, resulta num pixel escuro (COMBTECH, 2018). Exemplos do funcionamento desses espelhos estão demonstrados na figura 5.

Esse tipo de tecnologia é utilizado em projetores, celulares e também na impressão 3D, como foi citado anteriormente.

Figura 5 – Funcionamento da impressora DLP



Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/14229046/>

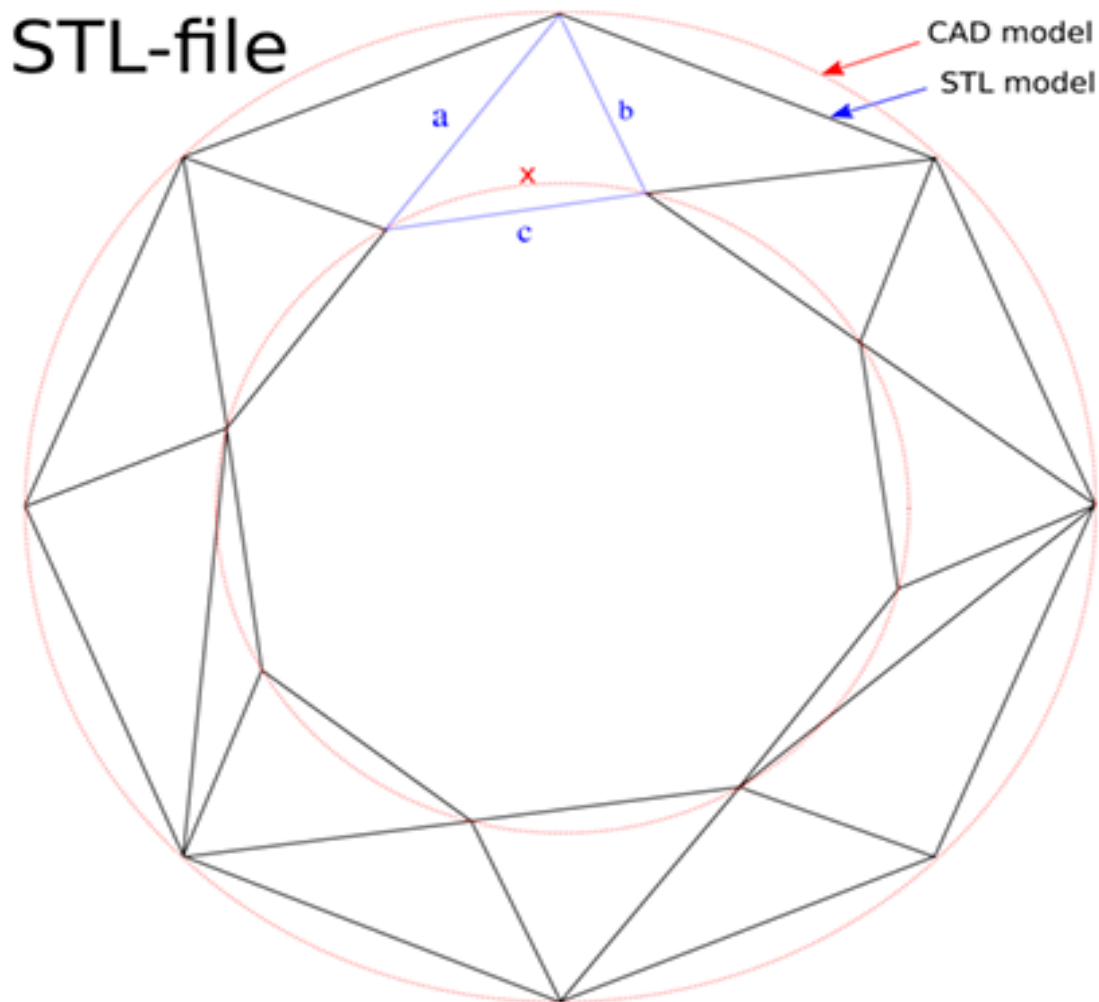
## 2.1 Processos de Impressão

Nos processos da impressão 3D, temos alguns passos a seguir para conseguirmos começar a imprimir nossos objetos:

- **Modelo ou Objeto 3D:** O modelo é um arquivo **STL Standard Triangle Language (Linguagem Padrão do Triângulo)** 6, onde desmembra um arquivo 3D em partes infinitamente menores, as fatias de impressão, construindo uma **malha triangular** perfeita. Consistindo em converter a malha externa em uma infinidade de **triângulos**, para conseguirmos imprimir algo. Os triângulos são as figuras geométricas mais próximas de um vetor. O triângulo possui intensidade, direção e sentido, propriedades fundamentais para a impressão 3D. Há uma grande vastidão de **modelos** que podemos encontrar gratuitamente em alguns sites na internet, já outros modelos mais elaborados ou específicos, podemos **modelar**, através do conhecimento de **modelagem 3D**, ou contratar um profissional **modelador 3D**. Exemplos desses modelos estão demonstrados na figura 7.

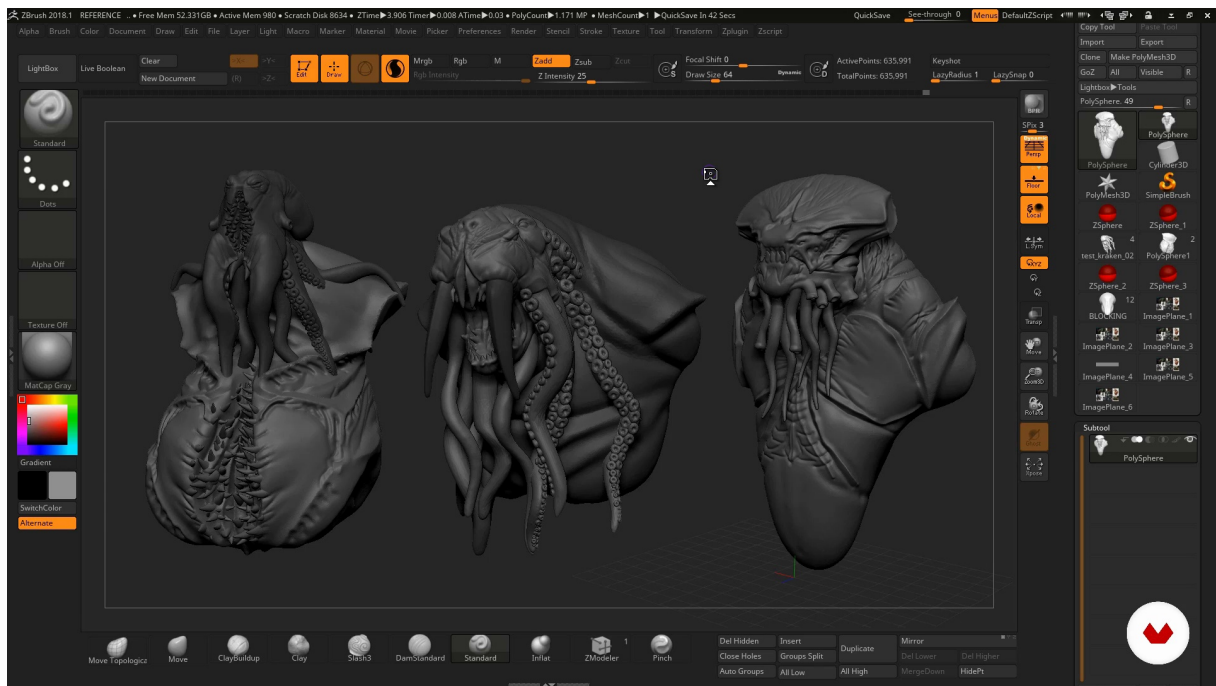
- **Fatiadores:** Após adquirirmos um modelo para realizarmos a impressão, devemos fatia-lo. Para fatiar um modelo, devemos ter um *software* fatiador, esses programas permitem que objetos sejam construídos, **camada após camada**, tendo como base modelos criados digitalmente, transformando o modelo digital em um arquivo na linguagem de programação utilizada para controle de máquinas e ferramentas, chamado de **G-CODE**. Após o fatiamento, é gerado o G-CODE, que literalmente, fatia a peça em inúmeras camadas e converte as informações do modelo para uma linguagem que a impressora irá entender.

Figura 6 – Arquivo STL



Fonte: <https://3dlab.com.br/afinal-o-que-e-um-arquivo-stl/>

Figura 7 – Modelagem 3D



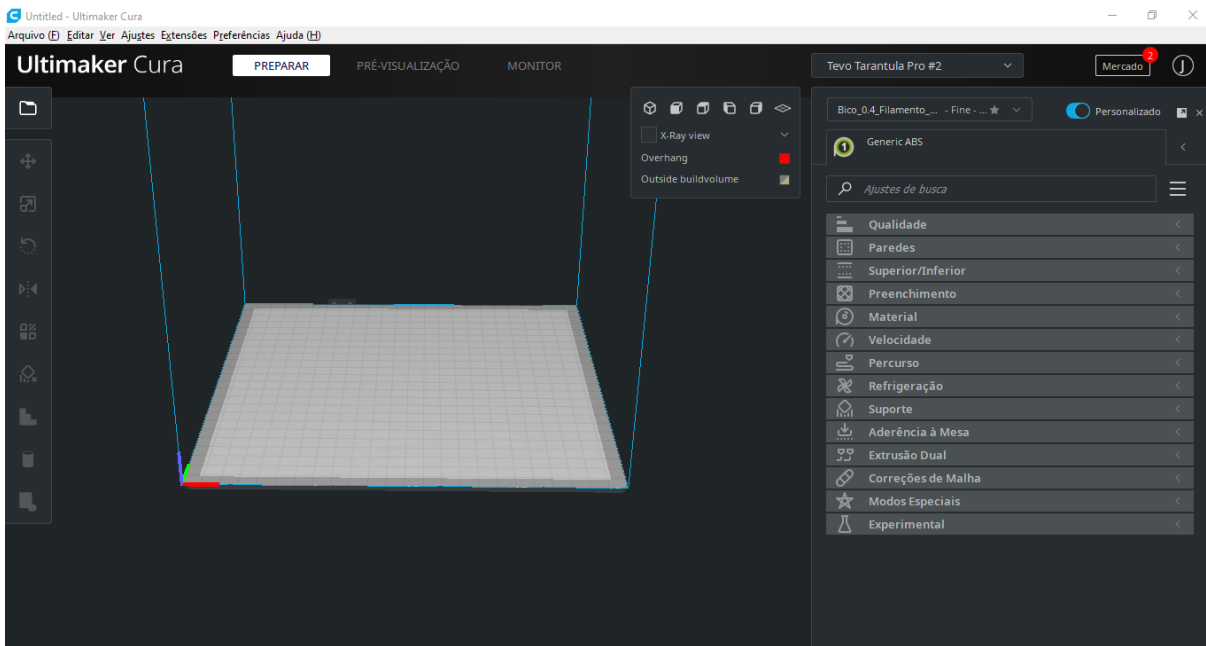
Fonte: <https://www.domestika.org>

## 2.2 Fatiador Ultimaker Cura

Durante o curso utilizamos o fatiador **Ultimaker Cura**<sup>1</sup>, por ser um programa gratuito, de código aberto, desenvolvido pela **Ultimaker**. Possui diversos usuários em todo o mundo, de profissionais a iniciantes, e é considerado por muitos como o melhor software de fatiamento existente. Seus perfis pré-definidos possibilitam uma introdução eficiente dos novatos ao mundo da impressão 3D. Além disso, possui diversas configurações específicas que se adequam às mais variadas necessidades dos usuários. Imagem do fatiador Ultimaker Cura na figura 8.

<sup>1</sup> Disponível em <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura>

Figura 8 – Fatiador Ultimaker Cura



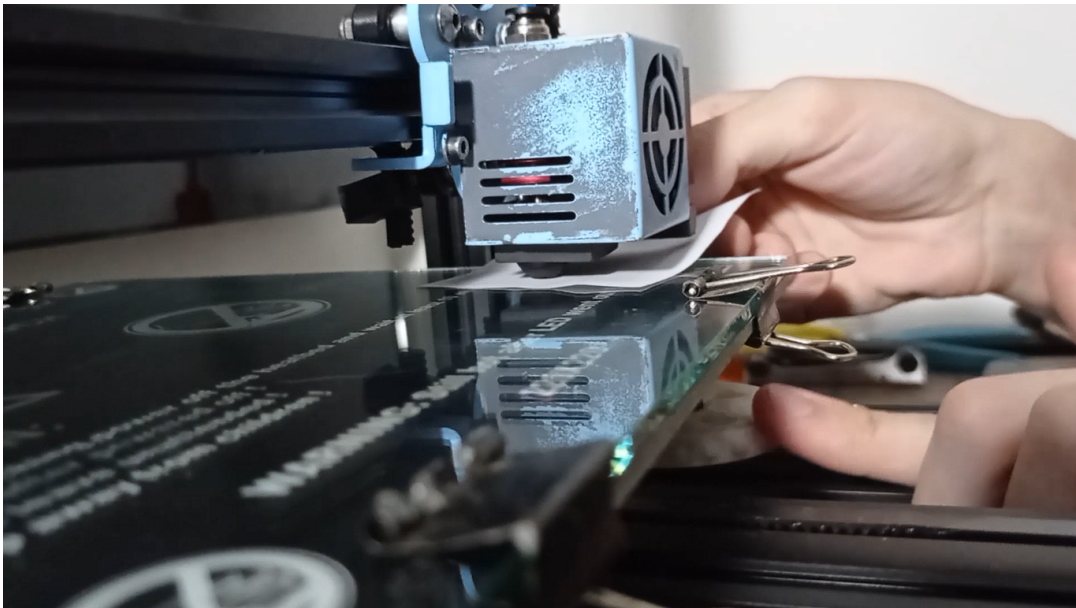
Fonte: elaborada pelo autor

## 2.3 Processos de calibrações

Antes de realizar as impressões, devemos calibrar nossa impressora 3D, tais cuidados são essenciais, para tudo dar certo.

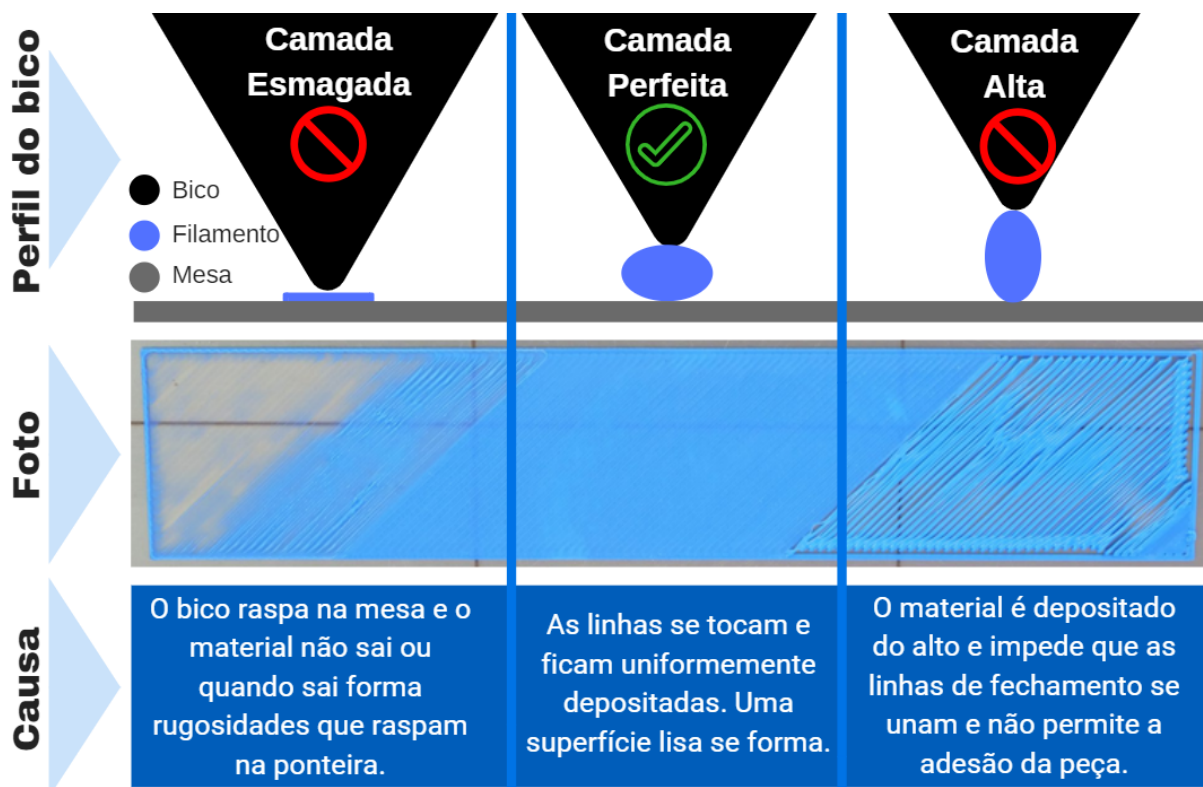
- **Nivelamento**: devemos primeiramente **nivelar** a mesa de impressão, utilizaremos um pedaço de folha de papel sulfite. Devemos aquecer o bico e a mesa na temperatura de impressão, cerca de 210°C no bico e 60 °C na mesa, mas **sem** nenhum filamento inserido. Após o aquecimento, devemos programar os eixos da impressora para que se movimentam até a *home*, após isso deve-se desabilitar os motores, e ajustar manualmente o carrinho do eixo X até um canto da mesa, e também trazer um pouco para frente. Com o papel em mãos, deve-se rodar as roldanas que ficam logo abaixo da mesa, para aproximar um pouco e colocar o papel entre o bico e a mesa. Após aproximar, deve-se apertar novamente e ir movimentando o papel até ele começar a ficar preso, e não conseguir empurrar mas somente puxar de volta [9](#), isso **deve ser feito nos quatro cantos da mesa**. O bico **não deve ficar muito próximo a mesa e não muito longe**, deve ficar com folga exatamente da espessura da folha de papel. Exemplo de como fica a primeira camada nivelada corretamente está demonstrado na figura [10](#).

Figura 9 – Folha de papel entre o bico e a mesa



Fonte: elaborada pelo autor

Figura 10 – Primeira camada de impressão



Fonte: <https://suporte.boaimpressao3d.com.br/porta/pt/kb/articles/como-ajustar-a-altura-da-primeira-camada>

- **Temperatura:** o teste de temperatura indica qual a melhor temperatura para trabalharmos dentro da faixa de temperatura do nosso material. Consiste basicamente em uma torre, dividida em blocos, cada bloco dela terá uma variação de temperatura em graus Celsius, normalmente a diferença é de 5°C uma pra outra. Exemplo de como é a torre de temperatura está demonstrado na figura 11.

Figura 11 – Torre de temperatura



Segment	Hot end temperature ± 5 - 10
E	260
D	240
C	220
B	200
A	180
First layer	200

Fonte: <https://teachingtecht.github.io/calibration.html#temp>

- **Fluxo:** O fluxo é uma das opções mais importante para calibrarmos, onde conseguimos tanto o acabamento superficial desejado, quanto às dimensões reais do modelo. Como o nome já diz, é o fluxo que o filamento será tracionado pela extrusora para ser extrusado pelo *hotend*. Para calibrar o fluxo, deve-se realizar a impressão de um cubo, sem preenchimento, topo, base e com somente uma parede. Após a impressão, realizamos medidas da espessura de sua parede com o auxílio de um paquímetro. Após isso, devemos fazer um cálculo para realizar correções e imprimir novamente a peça para verificar se está correto. Exemplo de como calcular o novo fluxo está demonstrado no quadro 1.

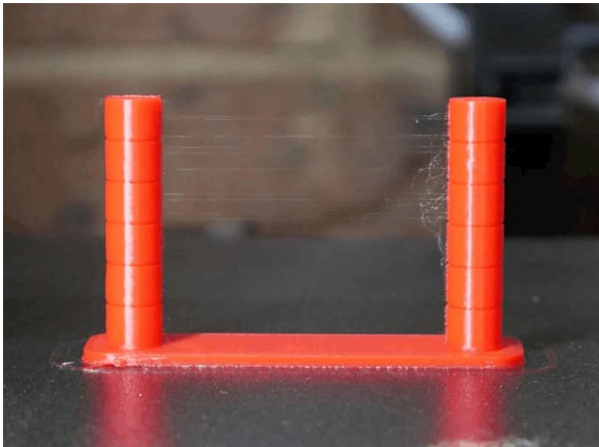
Quadro 1 – Como calcular o novo fluxo

Fazer média dos valores encontrados:  
 Ex: 0,45 0,43 0,48 0,46  
**Média:**  $(0,45+0,43+0,48+0,46)/4 \Rightarrow 1,82/4 = \mathbf{0,45}$   
**Fórmula de correção:**  
 Novo Fluxo = Fluxo Antigo \* (Largura de extrusão / Média)  
 Largura = **0,4mm**  
**Exemplo:**  
 Novo Fluxo =  $1(100\%) * (0,40/0,45)$   
 Novo Fluxo = 0,88(88%)

Fonte: Elaborada pelo autor

- **Retração:** deve-se também realizar a calibração de retração, para não deixar fiapos, caso escorrer filamento no momento de deslocamento do bico da impressora de um ponto ao outro. Para calibrar a retração, devemos realizar um teste de retração, onde é feito dois pilares com uma boa distância entre eles e no meio deles não poderá haver *strings*. Resolvemos isso calibrando a distância e velocidade de retração, também estando ligado com a temperatura de impressão. Exemplo do teste de retração está demonstrado na figura 12.

Figura 12 – Teste de retração

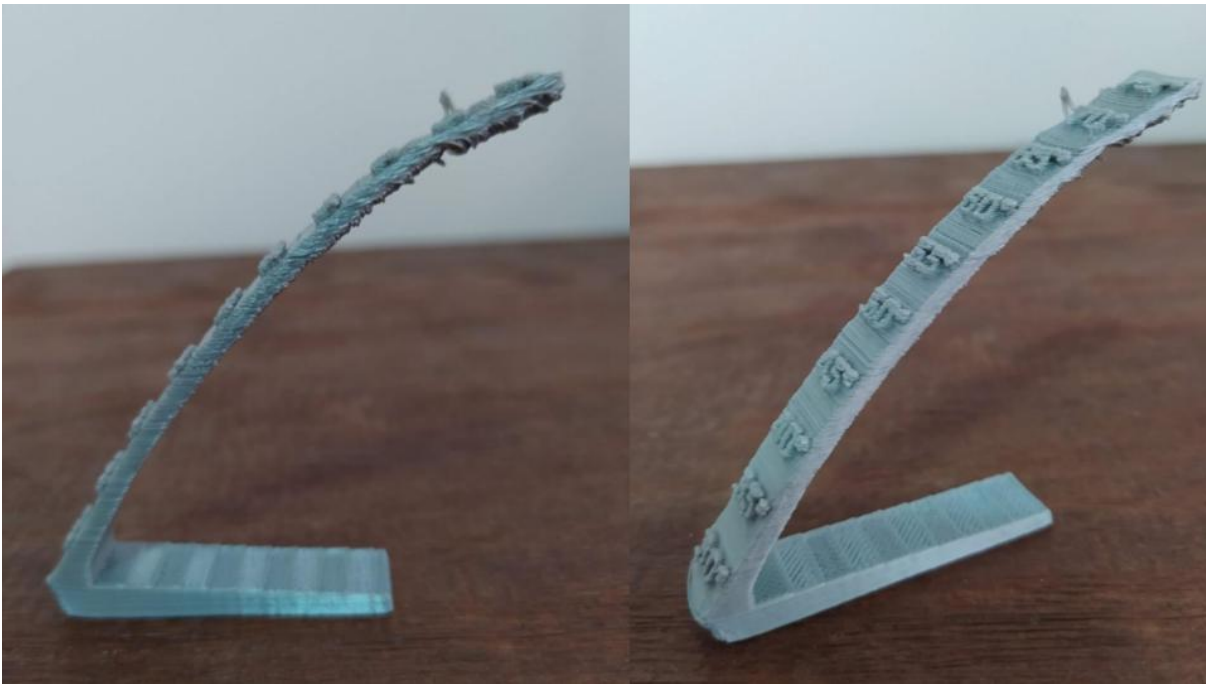


Segment	Retraction distance (mm) ± 0.5 - 1 (bowden tube) ± 0.1 - 0.2 (direct drive)	Retraction speed (mm/sec) ± 5
F	<input type="text" value="1.4"/>	<input type="text" value="40"/>
E	<input type="text" value="1.2"/>	<input type="text" value="40"/>
D	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="40"/>
C	<input type="text" value="0.8"/>	<input type="text" value="40"/>
B	<input type="text" value="0.6"/>	<input type="text" value="40"/>
A	<input type="text" value="0.4"/>	<input type="text" value="40"/>

Fonte: <https://teachingtecht.github.io/calibration.html#retraction>

- **Overhang:** o overhang é o ângulo da impressão, também podemos fazer um teste, para saber até qual ângulo nossa impressora consegue imprimir sem utilizar suporte, com isso, pode-se economizar material e tempo para criação de suportes. Deve-se imprimir o teste e analisar até qual angulo a impressora conseguiu imprimir sem ficar com uma qualidade ruim e adicionar a suas configurações de suporte. Exemplo do teste de overhang está demonstrado na figura 13.

Figura 13 – Teste de overhang



Fonte: elaborada pelo autor

## 2.4 Trabalhos similares

Os seguintes cursos e/ou tutoriais pagos, foram encontrados durante esta pesquisa:

- [Escola Impressão 3D](#): no mercado desde 2016, oferece cursos nos mais diversos segmentos da impressão 3D. As opções de cursos variam desde a modelagem, impressão, acabamentos e pinturas. São voltados para iniciantes e também para aqueles que querem se profissionalizar na área.
- [3D Print Academy](#): a partir da oportunidade de fabricar algumas peças para amigos iniciou seu trabalho com impressão 3D. Com o decorrer do tempo e a curiosidade de seus clientes que o procuravam pois queriam aprender a fazer impressão em casa por conta própria, aliada a sua paixão por ensinar foram os motivos que o fizeram fundar a 3D Print Academy em 2016.

Os seguintes cursos e/ou tutoriais gratuitos, foram encontrados durante esta pesquisa:

- [3D Geek Show](#): surgiu no final de 2016, com o intuito de centralizar e trazer informação para quem tem pouco ou nenhum conhecimento em impressão 3D. Os assuntos são tratados de uma forma clara, objetiva e bem humorada, já que na maior parte do tempo são assuntos bem maçantes. Acessando o canal você encontra dicas, tutoriais, reviews, unboxing e muito bom humor.

- 
- [3D Print Academy](#): em julho do ano de 2016, criou seu canal no YouTube inspirado em sua paixão de ensinar e por gostar do ramo de impressão 3D. Mesmo tendo seus cursos pagos em sua plataforma, cria alguns conteúdos em vídeo que são disponibilizados gratuitamente para sanar dúvidas e curiosidades sobre o mundo da impressão 3D.



## 3 Materiais e métodos

Neste capítulo são descritos os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento do curso.

### 3.1 Como foram feitas as gravações

Ao esboçar o roteiro do projeto, a primeira etapa definida foi realizar as gravações das videoaulas. As gravações foram realizadas parcialmente no FSLab (Laboratório de Fábricas de Software) do IFRO (Instituto Federal de Rondônia) - Campus Vilhena. Utilizei os equipamentos listados na tabela 1, para gravar vídeo e áudio separadamente, assim tornando a qualidade sonora melhor para o vídeo.

Devido alguns contratempos, não consegui ir até o IFRO, surgindo assim a necessidade de me adequar para dar sequência às gravações. Realizei as gravações da tela do computador utilizando o *software* **Open Broadcaster Software Studio**<sup>1</sup> e o microfone de lapela para gravar os áudios.

Para gravar as partes práticas do curso e mostrar alguns funcionamentos da impressora, foi utilizado o meu aparelho celular para realizar a gravação dos vídeos e novamente o microfone de lapela para gravar os áudios.

Tabela 1 – Equipamentos utilizados para gravações

Equipamentos	Descrição
Câmera Canon SL3 DSLR	Gravar imagem
Microfone de Lapela BOYA	Gravar áudio
Aparelho celular	Gravar imagem e áudio

<sup>1</sup> Disponível em <https://obsproject.com/pt-br/download>

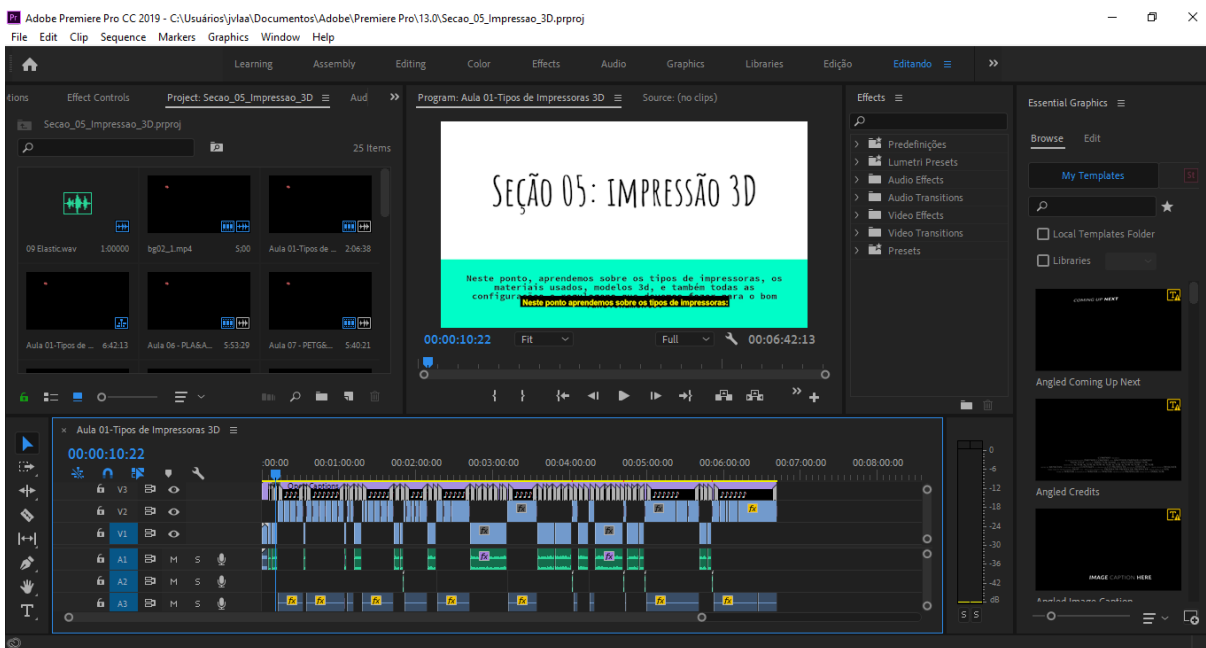
## 3.2 Edição

Para realizar as edições dos vídeos foi utilizado o *software Adobe Premiere Pro CC 2019*<sup>2</sup>.

Em relação às faixas de áudios, foram gravadas separadas das faixas de vídeo, por haver a necessidade de sincronizá-las com os vídeos e deixar dessa maneira, mais natural e possibilitando fazer sentido com o que era expressado no vídeo.

Em determinadas partes notei que se inserisse fundo musical para animar, o processo de aprendizagem não seria algo maçante e cansativo. Em outras partes utilizei algumas animações feitas por terceiros, as quais atribui os devidos créditos para deixar os vídeos mais dinâmicos. Exemplo de como foram editados os vídeos está demonstrado na figura 14.

Figura 14 – Adobe Premiere Pro CC 2019 para edição de vídeos



Fonte: elaborada pelo autor

## 3.3 Legendagem

No começo mais da metade dos vídeos foram legendados utilizando somente o *software Adobe Premiere Pro CC 2019*<sup>3</sup>. No processo de legendar os vídeos tive muita dificuldade, pois tinha que ouvir uma parte do vídeo, pausar, escrever e depois sincronizar a legenda com a fala. Exemplo de como legendar está demonstrado na figura 15.

<sup>2</sup> Disponível em <https://www.adobe.com/br/products/premiere.html>

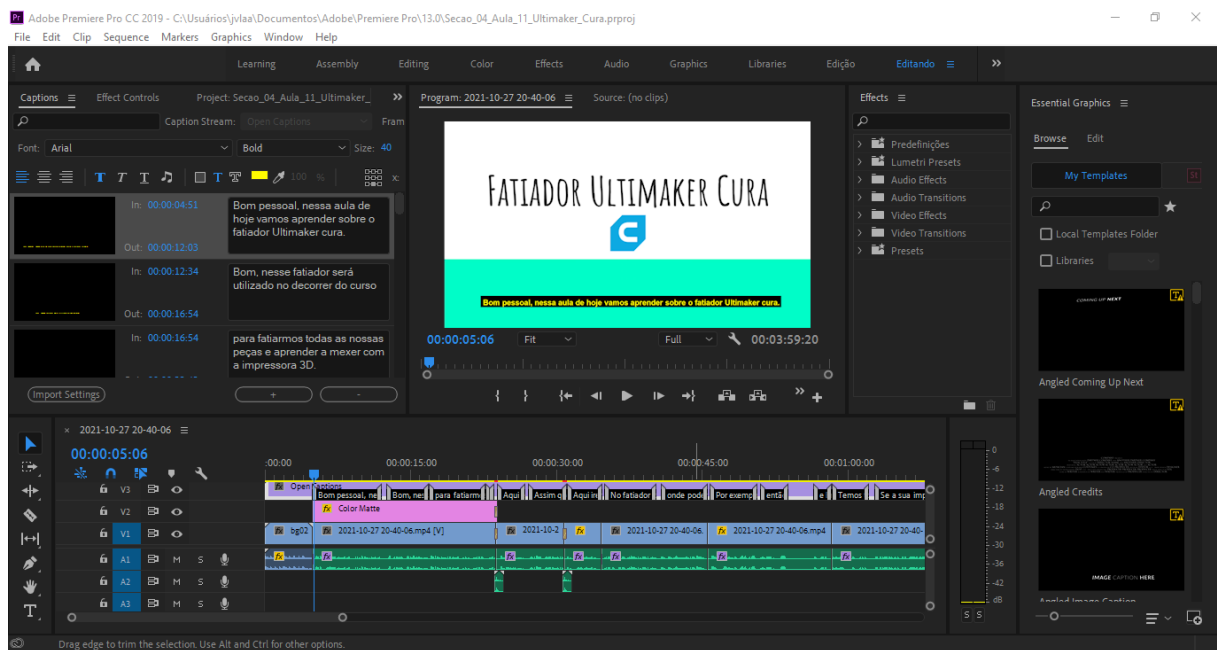
<sup>3</sup> Disponível em <https://www.adobe.com/br/products/premiere.html>

Esse processo foi o mais trabalhoso e demorado na produção do curso, pois demandava muito tempo, ouvindo várias vezes uma parte do vídeo até conseguir escrever corretamente e sincronizar a legenda com a fala. Esse fator me trouxe um certo atraso, pois com o tempo de legendar um vídeo eu conseguiria editar dois vídeos inteiros.

No decorrer do processo do desenvolvimento de edições e legendar vídeos, descobri o site **Transkriptor**<sup>4</sup>, que me auxiliou realizando a transcrição das faixas de áudio dos vídeos. Nesta plataforma você deve criar uma conta para poder utilizar seus serviços, onde existem planos para conseguir transcrever áudios mais longos. Utilizei a versão teste do site, que me ofereceu transcrição de 60 minutos de vídeos, limitando a 5 minutos por vídeo. Exemplo de como funciona o site está demonstrado na figura 16.

Com o auxílio do site **Transkriptor**, consegui diminuir um pouco o tempo para legendar os vídeos, porém ainda demandava muito tempo e atenção para conseguir sincronizar e legendar corretamente as falas.

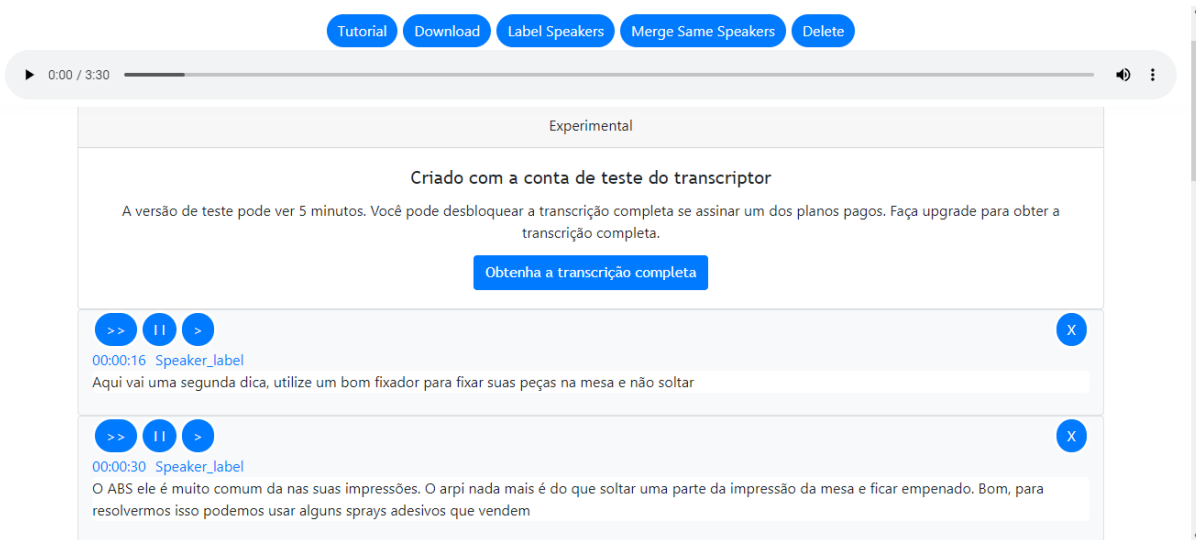
Figura 15 – Adobe Premiere Pro CC 2019 para legendar vídeos



Fonte: elaborada pelo autor

<sup>4</sup> Disponível em <https://transkriptor.com>

Figura 16 – Demonstração da conta teste do site Transkriptor



Fonte: elaborada pelo autor

## 4 Resultados e discussões

Neste capítulo são apresentados os resultados e discussões acerca do trabalho desenvolvido.

### 4.1 Roteiro

Para me nortear na elaboração do meu roteiro para o desenvolvimento deste trabalho pesquisei os tipos de impressoras 3D (FDM, SLA, DLP e SLS), os materiais pertinentes, seus tipos e finalidades (PLA, ABS, PETG, TPU, Nylon e Resina), bem como os processos de impressão.

Tabela 2 – Tópicos abordados no roteiro do curso

Tópicos	Objetivos
Impressoras (FDM, SLA, DLP, SLS)	Abordar quais tecnologias de impressoras existem
FDM	Abordar a tecnologia FDM
SLA	Abordar a tecnologia SLA
SLS	Abordar a tecnologia SLS
DLP	Abordar a tecnologia DLP
Materiais e suas funcionalidades	Abordar sobre os materiais e onde se aplicam
ABS	Abordar sobre as características do filamento ABS
PLA	Abordar sobre as características do filamento PLA
PETG	Abordar sobre as características do filamento PETG
TPU	Abordar sobre as características do filamento TPU
Nylon	Abordar sobre as características do filamento Nylon
Resina	Abordar sobre as características da resina
Processos da impressão 3D	Abordar sobre os processos da impressão 3D
Modelo	Abordar sobre os modelos ou objetos 3D
Fatiamento	Abordar sobre o fatiamento dos objetos 3D
Cuidados pré impressão	Abordar quais cuidados e calibrações devem ser feitas
Nivelamento	Abordar sobre o processo de nivelamento da mesa
Temperatura	Abordar sobre o processo de calibração de temperatura
Fluxo	Abordar sobre o processo de calibração de fluxo
Retração	Abordar sobre o processo de calibração de retração
Overhang	Abordar sobre o processo de calibração de overhang
Impressão	Abordar sobre o processo de como imprimir em 3D

Adquirindo primeiramente o nosso modelo ou objeto 3D, realizar o fatiamento do mesmo para transformá-lo em GCODE. Antes de começar a imprimir, precisa-se realizar a calibração da impressora.

De acordo com os resultados que ia obtendo durante minhas pesquisas, ia testando com as impressoras para que os resultados finais do curso fossem os melhores possíveis.

## 4.2 Vídeos

Foram aproximadamente 2 meses de gravações, que me renderam 6 horas de vídeo retirando os erros de e outros problemas. Após a edição as aulas ficaram dispostas em 22 vídeos, totalizando 1 hora e 46 minutos, da seguinte forma<sup>1</sup>:

- Aula 01: Introdução do Curso de Impressão 3D - 4:19
- Aula 02: Tipos de Impressoras 3D - 02:06
- Aula 03: Impressoras FDM - 02:43
- Aula 04: Impressoras SLA - 06:11
- Aula 05: Impressoras DLP - 03:14
- Aula 06: Impressoras SLS - 02:42
- Aula 07: PLA ABS - 05:53
- Aula 08: PETG TPU - 05:40
- Aula 09: Nylon Resina - 05:29
- Aula 10: Modelo ou Objeto 3D - 04:11
- Aula 11: Fatiadores - 04:44
- Aula 12: Ultimaker Cura - Parte 01 - 03:59
- Aula 12: Ultimaker Cura - Parte 02 - 09:46
- Aula 13: Nivelamento - 05:17
- Aula 14: Temperatura - Parte 01 - 06:20
- Aula 14: Temperatura - Parte 02 - 04:32
- Aula 15: Fluxo - 08:10

<sup>1</sup> Disponível em <https://www.youtube.com/playlist?list=PLDMwMV-NblExMn9jMT6vAsFwkC11cNUI>

- Aula 16: Retração - 05:57
- Aula 17: Overhang - 02:41
- Aula 18: CONTEÚDO EXTRA - 01:47
- Aula 19: Retrospectiva - Impressão 3D - 06:42
- Aula 20: Considerações Finais - 03:43

### 4.3 Legendas

Foram feitos os arquivos de legendas, disponibilizado um arquivo para cada vídeo, onde o texto da legenda tentou ser o mais fiel possível com a fala e sincronizado com o tempo.



## 5 Considerações finais

O processo por completo foi de grande aprendizado, com ele foi possível conhecer novas tecnologias e praticar novas técnicas. Ao realizar esse curso, você estará apto a realizar impressões 3D de forma básica. Para você conseguir chegar a um nível mais avançado, recomendo que faça as buscas em canais do **YouTube**, fóruns, entre outros.

Embasado nas minhas experiências, não recomendo a você logo ir para algum curso pago, já que na internet existem vários tipos de cursos e materiais gratuitos para melhorar seu aprendizado.

Recomendo pra vocês que olhem sempre os vídeos, vejam até o final e depois coloquem em prática. Tenha bastante cuidado com a sua impressora 3D, pois essas peças podem acabar quebrando ou queimando, tenha cuidado também, ao utilizar a impressora pois envolve calor, ou seja, o bico e mesa ficam quentes, tomem muito cuidado para não se queimar e use sempre calçados para evitar tomar algum choque mexendo na sua impressora.

Mantenha sempre algumas **peças de reposição** para a sua impressora, como cartucho aquecedor, resistores e bicos, pois é necessário realizar sua troca de tempos em tempos. Você também pode fazer algumas peças da sua própria impressora. Dê uma pesquisada e veja alguns upgrades que você pode fazer na mesma.

Se for **adquirir** uma impressora 3D, faça uma pesquisa criteriosa inicialmente, veja qual marca as pessoas mais utilizam e assim você encontrará suporte com mais facilidade. Eu tive uma experiência um pouco ruim, pois peguei uma marca desconhecida e não havia muitos tutoriais na internet, peguem máquinas que são conhecidas pois isso irá facilitar seu processo de aprendizagem e assim, obterá ótimos resultados.

Sobre o **filamento**, procure marcas conceituadas no mercado. Pesquise e veja alguns *reviews* sobre a marca e qualidade do filamento ajuda muito nesse sentido. Analise sempre o tipo de impressão que vai realizar, para adquirir sempre o material compatível, já que alguns materiais são realmente muito difíceis de imprimir, já outros são bem mais fáceis de se trabalhar, por exemplo, o PLA. Alguns desses materiais possuem um alto custo. Outros são bem mais em conta, no entanto a dificuldade para trabalhar com eles é maior.

Para o **armazenamento** adequado do filamento recomendo guardá-lo em um saco zip lock com saquinhos de sílica gel, para que não haja absorção de umidade no material, evitando assim torná-lo fraco e quebradiço. O mesmo deve ser guardado em um local seco e se possível acomodado em uma caixa.

No processo de impressão 3D sempre ocorrerão erros, o resultado nem sempre será perfeito. No decorrer desse curso ocorreram muitos erros, erros de gravação, erros de impressão,

peças quebraram, peças falharam. Então não desista!

**Faça novamente**, teste novas configurações, **busque novas configurações**, **busque novas técnicas de impressão**. Sempre tente buscar mais conhecimento, aperfeiçoamento. O segredo é ter persistência. **Sempre ocorrerão falhas**, nem tudo vai sair perfeito. Então, **sempre busque se aprimorar**.

Agradeço por chegarem até o fim do curso, com o conhecimento transmitido, vocês estarão **aptos** a realizar impressões e buscar novas configurações para aprender, espero que possam aproveitar bastante esse curso, **colocar em prática** e realizar suas impressões.

## 5.1 Trabalhos futuros

Após o desenvolvimento da solução proposta, foram identificados os seguintes trabalhos que poderão ser realizados futuramente:

- Produzir um curso sobre Impressão 3D para nível de conhecimento avançado e novas técnicas de aperfeiçoamento.
- Produzir um curso sobre Impressoras 3D de **resina**, através da tecnologia **SLA**, com nível de conhecimento básico e técnicas essenciais para o processo.
- Desenvolver um *software* de gerenciamento de impressão 3D com base no sistema operacional **Octoprint**.

# Referências

- 3DLAB. *Afinal o que é um arquivo STL?* 2019. [Online; acessado 07-Novembro-2021]. Disponível em: <<https://3dlab.com.br/afinal-o-que-e-um-arquivo-stl/>>. Citado na página 29.
- 3DLAB. *Fatiadores 3D: conheça os 3 softwares mais utilizados do mercado.* 2019. [Online; acessado 07-Novembro-2021]. Disponível em: <<https://3dlab.com.br/fatiadores-3d/>>. Citado na página 30.
- 3DLAB. *Impressora 3D SLA: entenda tudo sobre essa tecnologia.* 2020. [Online; acessado 07-Novembro-2021]. Disponível em: <<https://3dlab.com.br/impressora-3d-sla/>>. Citado na página 26.
- CALIBRATION, T. T. D. P. *Retraction Tuning.* 2020. [Online; acessado 07-Novembro-2021]. Disponível em: <<https://teachingtecht.github.io/calibration.html#retraction>>. Citado na página 35.
- CALIBRATION, T. T. D. P. *Slicer Flow Calibration.* 2020. [Online; acessado 07-Novembro-2021]. Disponível em: <<https://teachingtecht.github.io/calibration.html#flow>>. Citado na página 34.
- CALIBRATION, T. T. D. P. *Temperature Tuning.* 2020. [Online; acessado 07-Novembro-2021]. Disponível em: <<https://teachingtecht.github.io/calibration.html#temp>>. Citado na página 34.
- COMBTECH. *Tipos de impressoras 3D: O guia Definitivo.* 2018. [Online; acessado 07-Novembro-2021]. Disponível em: <<https://combtech.com.br/2018/01/05/tipos-de-impressoras-3d-o-guia-definitivo/>>. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 28.
- FILAMENT2PRINT. *Nivelção e calibragem da base da impressora 3D.* 2017. [Online; acessado 07-Novembro-2021]. Disponível em: <[https://filament2print.com/pt/blog/21\\_nivelacao-calibragem-base-impressora-3D.html](https://filament2print.com/pt/blog/21_nivelacao-calibragem-base-impressora-3D.html)>. Citado na página 32.
- GODOY, A. *Escola de Impressão 3D.* 2021. [Online; acessado 07-Novembro-2021]. Disponível em: <<https://escoladeimpressao3d.com.br>>. Citado na página 36.
- LAFFRANCHI, M. *3D Geek Show.* 2016. [Online; acessado 07-Novembro-2021]. Disponível em: <<http://3dgeekshow.com.br>>. Citado na página 36.
- SALZANO, O. *3D Print Academy.* 2016. [Online; acessado 07-Novembro-2021]. Disponível em: <<https://linktr.ee/3dprintacademy>>. Citado na página 36.
- SALZANO, O. *3D Print Academy.* 2016. [Online; acessado 07-Novembro-2021]. Disponível em: <<https://www.youtube.com/c/3DPrintAcademy>>. Citado na página 37.
- ULTIMAKER. *Ultimaker Cura.* 2017. [Online; acessado 07-Novembro-2021]. Disponível em: <<https://ultimaker.com/>>. Citado na página 31.



# Anexos



## ANEXO A – Termo uso de imagem

## INSTRUÇÃO NORMATIVA 1/2021/REIT

### ANEXO III

#### TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE NOME, IMAGEM E VOZ

Eu, João Vitor Lopes Alves, inscrito(a) no Cadastro de Pessoas Físicas – CPF sob nº 000.331.962-81, venho por meio deste instrumento particular autorizar o **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia/IFRO**, a usar a título gratuito, para fins didáticos, o meu nome (cf. artigo 18 da Lei Federal nº 10.406/2002), bem como minha imagem e voz (cf. artigo 18 da Lei Federal nº 10.406/2002), captados por qualquer meio de filmagem e/ou gravação de teleaulas de cursos abertos online e massivos (em inglês, Massive Open Online Courses - MOOCs). Autorizo esse uso de meu nome, imagem e voz, por tempo indeterminado, especificamente no site do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia/IFRO e nos sites dos seus parceiros, bem como nos demais meios de publicação e/ou promoção, impressos e/ou eletrônicos, que o IFRO entender convenientes, mesmo findas as referidas aulas do evento citado, ficando proibida a utilização para quaisquer fins comerciais e/ou econômicos.

Vilhena, 12/11/2021



João Vitor Lopes Alves

## ANEXO B – Roteiro Curso

# ROTEIRO CURSO DE IMPRESSÃO 3D

João Vitor Lopes Alves

Análise e Desenvolvimento de Sistemas

Turma 2019

Instituto Federal de Rondônia - Campus Vilhena

- **Impressoras (FDM, SLA, DLP, SLS)**

As impressoras 3D são compostas por diversos tipos de modelagens, porém os mais utilizados são: **deposição fundida (FDM)**, **estereolitografia (SLA)**, **processamento de luz direta (DLP)**, **sinterização seletiva a laser (SLS)**.

- **FDM Fused Deposition Modeling (Modelagem por Deposição Fundida):**

O método FDM na impressão 3D é o mais comum na área de trabalho. O material utilizado é uma espécie de plástico, tendo como nomenclatura: filamento termoplástico. O mesmo é aquecido e extrusado através da cabeça de extrusão, que deposita o plástico fundido nas coordenadas X e Y, ao decorrer do desenvolvimento do objeto o eixo Z desce ou sobe camada por camada.



Imagem 1: Impressora FDM.

Fonte: <https://blog.render.com.br/impressao-3d/fdm-vs-sla-aprenda-as-diferencas/>

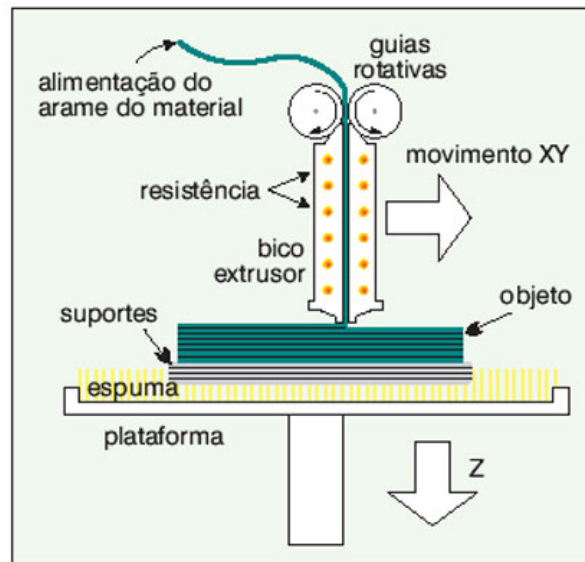


Imagem 2: Funcionamento de impressão FDM.

Fonte: <http://moldesinjecaoplasticos.com.br/integracao-da-prototipagem-na-elaboracao-do-produto/>

Entretanto, o objeto é construído de baixo pra cima. Se um objeto tem partes, que “flutuam no ar” como por exemplo, uma janela em uma parede, a mesma precisará de um suporte para ser impressa, porém esse suporte pode ser removido após a conclusão da impressão.

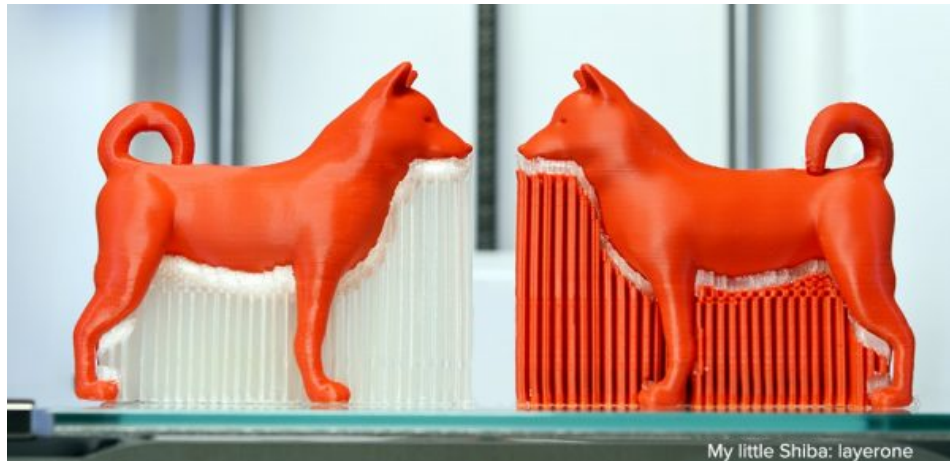


Imagem 3: Suportes no objeto.

Fonte: <https://mahadecor.com.br/blog/impressao-3d-suportes-para-que-servem/>

Este tipo de impressora 3D é um meio “econômico” para desenvolver produtos e prototipagem rápida, uma vez que é capaz de fabricar peças robustas de forma confiável e rápida.

- **SLA Stereolithography (Estereolitografia):**

O SLA é o mais antigo entre os tipos de impressoras 3D. Funcionando através da exposição de uma camada de resina líquida fotossensível a um raio UV, de modo que a se torne sólida. Uma vez que o laser passe por uma camada de resina no padrão desejado e começa a endurecer, sua plataforma de construção do modelo no tanque de resina da impressora reduz a espessura de uma única camada e o laser começa a formar a próxima camada. Cada uma das camadas são construídas em cima da anterior.

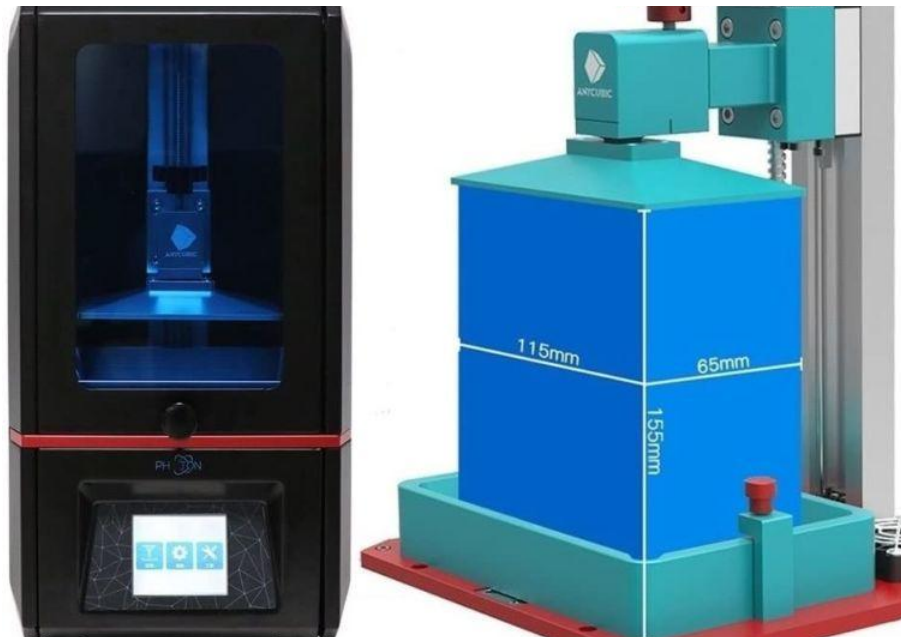


Imagem 4: Impressora SLA.

Fonte: <https://blog.render.com.br/impressao-3d/fdm-vs-sla-aprenda-as-diferencas/>

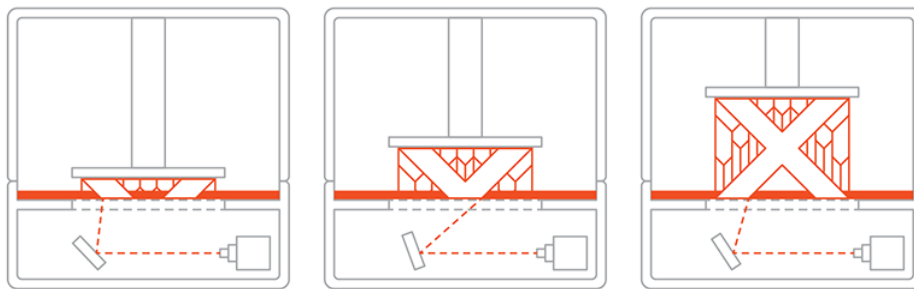


Imagem 5: Funcionamento de impressão SLA.

Fonte: [https://filament2print.com/pt/blog/99\\_impressoras-3d-resina-SLA-DLP-LED-LCD.html](https://filament2print.com/pt/blog/99_impressoras-3d-resina-SLA-DLP-LED-LCD.html)

Como na FDM, a SLA também precisa de suportes em determinadas áreas da impressão. Após a conclusão da impressão, o objeto deve ser enxugado com um solvente. Às vezes é cozido em um forno UV para terminar o processamento.

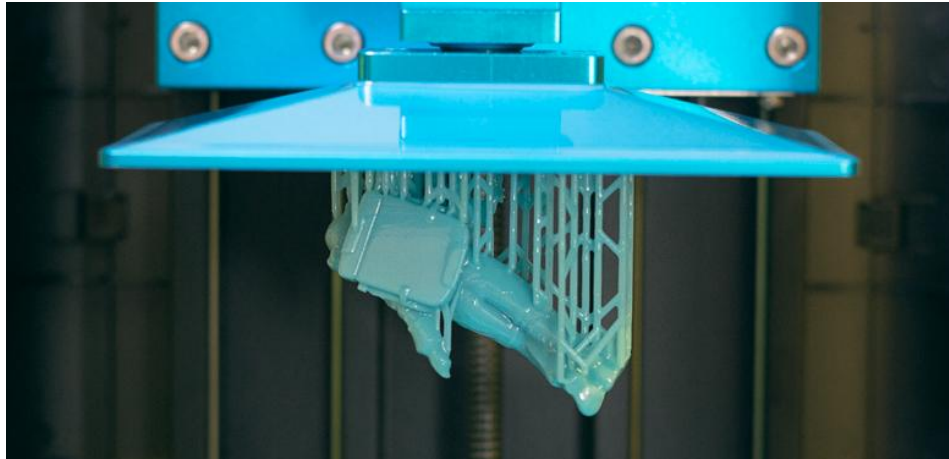


Imagem 6: Suportes no objeto.

Fonte: <https://www.filipeflop.com/blog/impressao-3d-em-resina/>

Este tipo de impressora, cria objetos de superfície bem lisa, com uma imensa qualidade nos detalhes e está cada vez mais popular em indústrias de jóias e odontologia estética, com o objetivo de realizar moldes perfeitos.



Imagem 7: Comparação FDM, SLA e SLS.

Fonte: <https://manufactur3dmag.com/3d-printing-technology-choice-fdm-v-s-sla-v-s-sls/>

- **SLS Selective Laser Sintering (Sinterização Seletiva a Laser):**

O SLS é bem semelhante ao SLA, porém, sua principal diferença é que este tipo de impressora usa material em pó na área de impressão em vez de utilizar resina líquida. Um laser é usado para sinterizar de forma seletiva uma camada de grânulos, que liga o

material em conjunto para solidificá-lo. O objeto após ser formado, tende ser deixado na máquina até esfriar, para posteriormente removê-lo.

Seus tipos de materiais variam desde nylon, vidro e cerâmica, até alumínico, prata e aço.



Imagem 8: Impressora SLS.

Fonte: <https://impressao3dprinter.com.br/blog/2015/07/17/sharebot-anuncia-impressora-3d-sls-de-baixo-custo/>



Imagem 9: FDM, SLA, SLS.

Fonte: [https://filament2print.com/pt/blog/92\\_tecnologia-fdm-sla-sls-impressao-3d.html](https://filament2print.com/pt/blog/92_tecnologia-fdm-sla-sls-impressao-3d.html)

○ **DLP Digital Light Processing (Processamento de Luz Direta):**

O DLP também é um pouco parecido com o SLA. Ambos tipos usam polímeros líquidos, mais conhecidos como resinas. As impressoras curam tais resinas aplicando a luz. O SLA faz isso com o laser, já o DLP com um projetor especial. Usa-se uma grade de micro

espelhos controlada por computador, disposta em um chip semicondutor. Tais espelhos são minúsculos, se inclinam para frente e para trás. Quando o espelho está inclinado para frente, reflete a luz, resultando um pixel brilhante. Já quando está inclinado para trás, resulta num pixel escuro.

Esse tipo de tecnologia é utilizada em projetores, celulares e também na impressão 3D, como foi citado anteriormente.

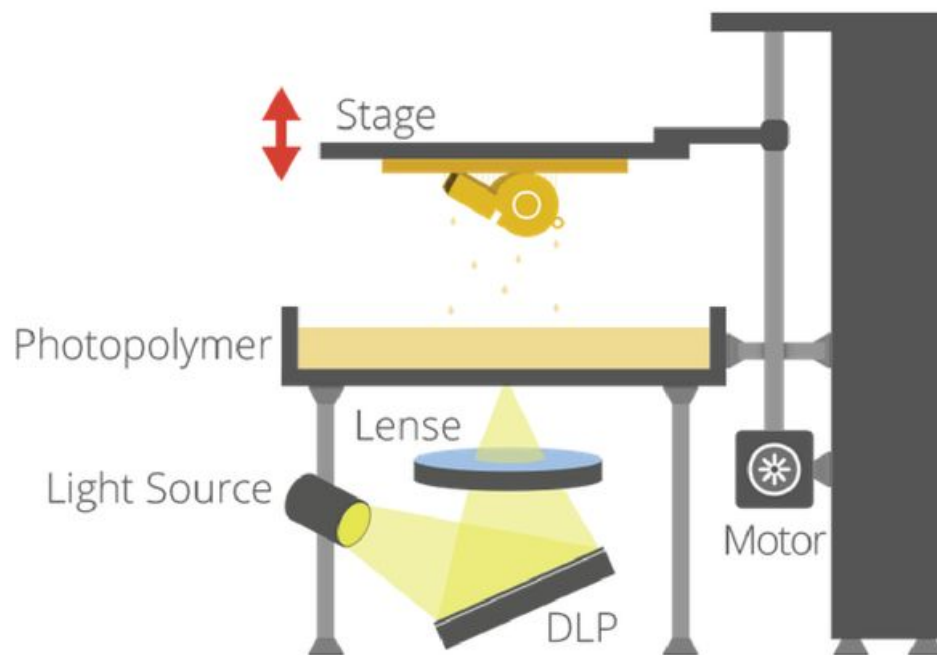


Imagem 10: Funcionamento da impressora DLP.  
Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/14229046/>

- **Materiais e suas funcionalidades**

Dentro da área da impressão 3D pode ser utilizado diversos tipos de materiais, tudo depende do tipo de impressão que irá ser utilizado e como deseja-se o produto final. Alguns dos mais usados são:

- **ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno):**

É um termoplástico comumente usado na impressão 3D, especialmente em impressoras para uso doméstico, devido ao seu preço, cujo, normalmente, é mais barato que o PLA. Possui uma superfície áspera, fundindo em torno dos 200°C. É bastante resistente ao calor, ao contrário de outros tipos de materiais. O seu uso é mais para a fabricação de objetos de uso diário, como brinquedos, suportes para celular e etc.



Imagem 11: Brinquedos em ABS.

Fonte: Aliexpress

- **PLA Polylactic Acid (Ácido polilático):**

É um polímero biodegradável que é produzido a partir do ácido láctico fermentado a partir de recursos renováveis, usando amido de milho, material vegetal ou leite de cabra. Sendo menos resistente que o ABS e funde a 160°C. Também é sensível à água. Utilizado por

impressoras do tipo FDM, este material é usado para criar objetos utilizados com níveis de detalhes baixos ou médios, também pode ser utilizado para criar objetos utilizados em refeições e atividades culinárias (tigelas, pratos, copos).



Imagem 12: Cortador de biscoito em PLA.

Fonte: Elo7

- **PETG (Polietileno Tereftalato de Etileno Glicol):**

O politereftalato de etileno com glicol é um poliéster, transparente, brilhante, leve com uma boa performance de design e facilidade de moldagem, proporcionando alta resistência mecânica (impactos) e química. O PET “bruto” não é muito utilizado em impressão 3D, porém o PETG possui glicol, que o torna mais utilizado e maleável, sendo considerado como um meio termo entre o PLA e o ABS, onde é mais durável e flexível que o PLA, e também mais fácil de imprimir do que o ABS.



Imagem 13: Impressões transparentes em PETG.

Fonte: Universe 3D

- **TPU Thermoplastic Polyurethane (Poliuretano Termoplástico):**

O TPU, diferente dos outros filamentos, que buscam resistência e rigidez, são mais flexíveis. Seu objetivo é oferecer maleabilidade e flexibilidade, ideal para juntas, vedações e peças que requerem movimentação em geral.



Imagem 14: Flexibilidade do TPU.

Fonte: <https://3dfila.com.br/guia-completo-para-filamento-flexivel-tpu/>

- **Nylon:**

O Nylon, ou “poliamida” é um polímero sintético bastante popular, utilizado em muitas aplicações industriais. É um plástico de baixo custo, resistente, leve e flexível em comparação aos demais filamentos. Sua faixa de temperatura de impressão gira em torno de 210°C a 250°C. Portanto sua temperatura de fusão é considerada alta, e também como o ABS, quando aquecido solta uma fumaça que é considerada tóxica, e também, não é reciclável por ser um termofixo.



Imagem 15: Peças mecânicas em nylon.

Fonte: <https://www.omnes3d.com/engrenagem-em-nylon/>

- **Resina:**

A Resina é um material utilizado em processos que empregam tecnologias PolyJet e estereolitografia. Com o surgimento de dezenas de fabricantes de resinas para impressão 3D, este material se encontra geralmente disponível em fosco, brilhante, branco e preto.

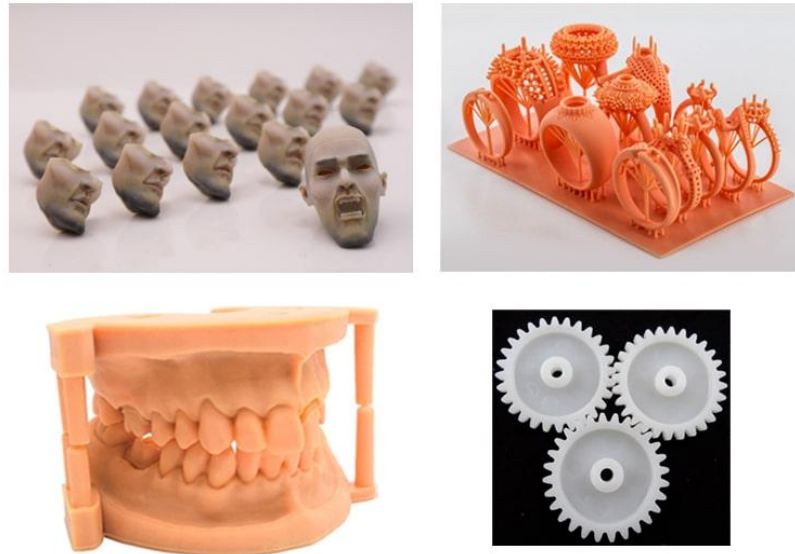


Imagem 16: Impressão em resina.

Fonte: <https://www.filipeflop.com/blog/impressao-3d-em-resina/>

Além dos materiais citados acima, existem vários outros tipos de filamentos disponíveis para impressoras 3D. Materiais já conhecidos pela indústria agora são possíveis nas impressoras, tal como, PP (polipropileno), PC (policarbonato), CPE (copoliéster), madeira, metais, gesso e até mesmo chocolate é utilizado na impressão 3D. Alguns desses filamentos são utilizados nas aplicações finais e não apenas em protótipos.



Imagem 17: Imprimindo chocolate.

Fonte: <https://fernandescomunicacao.blogspot.com/2014/12/impressao-de-chocolate.html>

- **Processos da impressão 3D**

No processo da impressão 3D, temos alguns passos a seguir para conseguirmos começar a imprimir nossos objetos:

- **Modelo:**

Para que possamos imprimir algo, precisamos de um modelo. O modelo é um arquivo que pode ser tanto na extensão stl quanto na extensão 3mf. Há uma grande vastidão de modelos que podemos encontrar gratuitamente em alguns sites na internet, já outros modelos mais elaborados ou específicos, podemos modelar, através do conhecimento de modelagem 3D, ou contratar um profissional modelador 3D.



Imagem 18: Arquivo modelo 3D.

Fonte: [https://open3dmodel.com/pt/3d-models/3d-model-oscar-award-statue\\_109546.html](https://open3dmodel.com/pt/3d-models/3d-model-oscar-award-statue_109546.html)

- **Fatiamento:**

Após adquirirmos um modelo para realizarmos a impressão, devemos fatia-lo. Para fatiar um modelo, devemos ter instalado em nosso computador, um software fatiador, os mais comuns utilizados,

são: Cura Ultimaker, Prusa Slicer e também o Simplify3D, porém ele é pago.



Imagem 19: Principais fatiadores 3D.

Os fatiadores, convertem o arquivo 3D em várias camadas que serão impressas uma após a outra formando a peça inteira. Nesse software escolhemos também os valores para a espessura das camadas, a velocidade de impressão, a densidade do modelo, entre outras especificações.

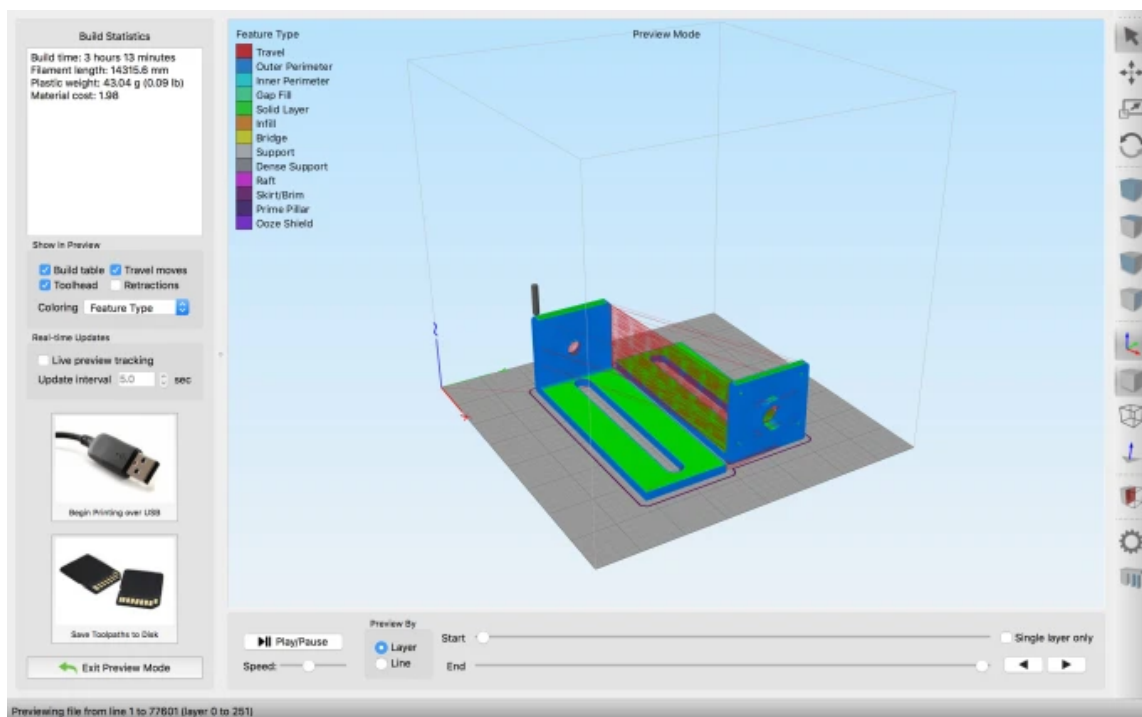


Imagem 20: Fatiamento de um objeto 3D.

Fonte: <https://www.fiverr.com/brettvasvari/turn-your-stl-files-into-3d-print-ready-gcode-files>

Após o fatiamento do objeto, o fatiador irá gerar um arquivo GCODE, este arquivo, irá ser colocado no cartão de memória e depois deverá ser inserido na mesma, neste arquivo, está todas as

configurações do modelo e também as coordenadas que a impressora deve interpretar para que o modelo seja impresso.

- **Cuidados pré impressão:**

Tendo o arquivo já fatiado, ainda temos uma etapa antes de realizar a impressão. Devemos calibrar nossa impressora 3D, esses cuidados são essenciais, para tudo dar certo.

- **Nivelamento:**

Devemos primeiramente nivelar nossa mesa de impressão, para isso podemos utilizar um pedaço de uma folha de papel. Devemos aquecer o bico e a mesa na temperatura de impressão, cerca de 60 °C na mesa e 210°C no bico, mas sem nenhum filamento inserido. Após o aquecimento, devemos mandar os eixos da impressora para o início, agora, deve-se desabilitar os motores, e com a mão puxar o carrinho do eixo X até um canto da mesa, e também trazer um pouco para frente.

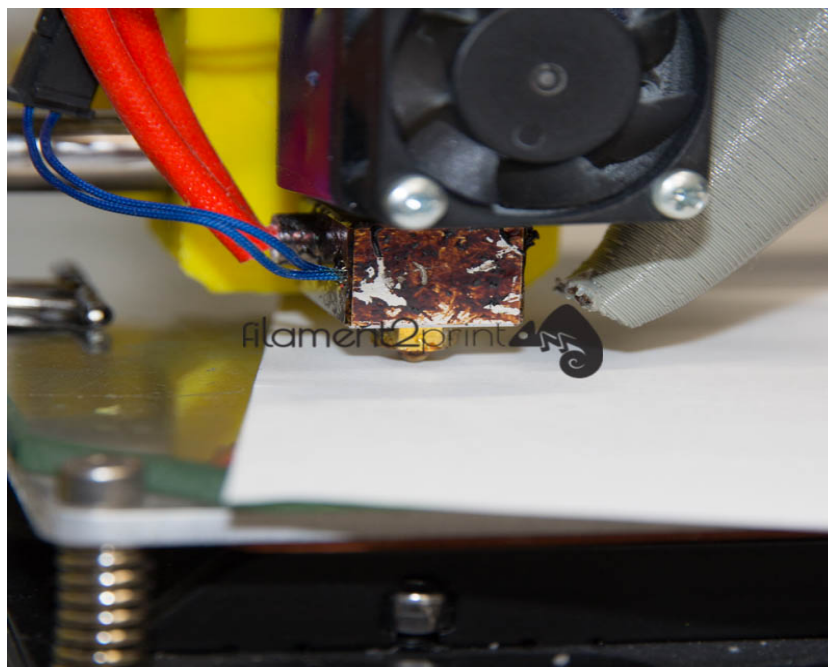


Imagem 21: Nivelando mesa com papel.

Fonte: [https://filament2print.com/pt/blog/21\\_nivelacao-calibragem-base-impressora-3D.html](https://filament2print.com/pt/blog/21_nivelacao-calibragem-base-impressora-3D.html)

Com o papel em mãos, deve-se rodar as roldanas que ficam logo abaixo da mesa, para folgar um pouco e colocar o papel entre o bico e

a mesa. Após folgar, deve-se apertar novamente e ir movimentando o papel até ele começar a ficar preso, e não conseguir empurrar mas somente puxar de volta, isso deve ser feito nos quatro cantos da mesa. O bico não deve ficar muito próximo a mesa e não muito longe, deve ficar com folga exatamente da espessura da folha de papel.



Imagem 22: Nivelção da mesa

#### ■ Temperatura:

Após nivelar a mesa, devemos fazer alguns testes, como por exemplo, o de temperatura, para descobrir qual a melhor temperatura para imprimir seu material.

O teste de temperatura é uma torre, dividida em blocos, cada bloco dela terá uma variação de temperatura em °C, normalmente a diferença é de 5°C uma pra outra.

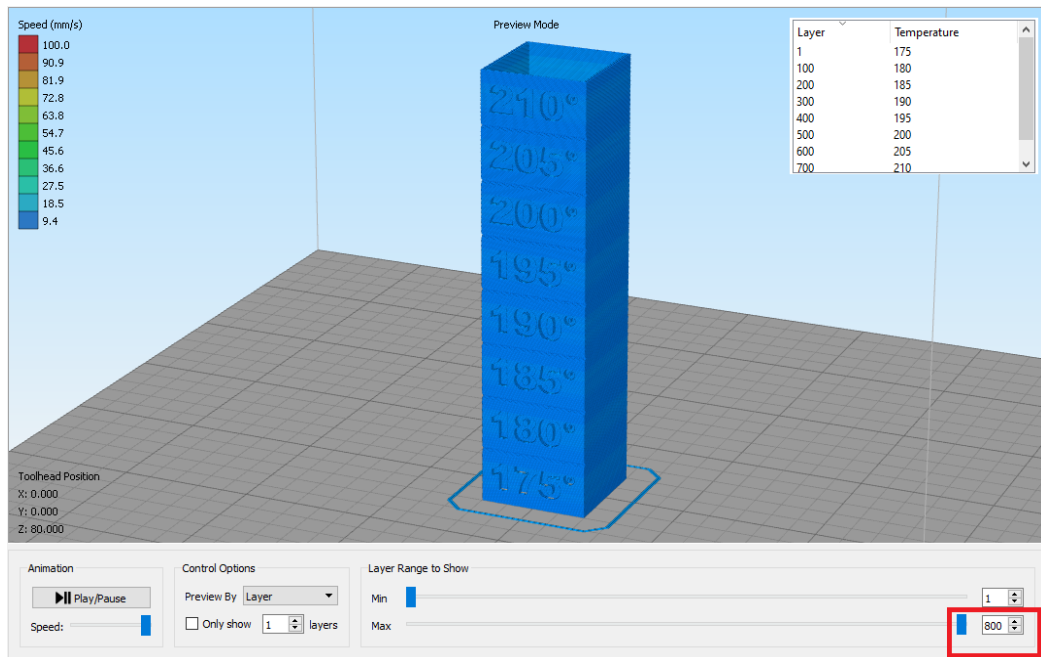


Imagem 23: Torre de temperatura fatiada.



Imagem 24: Torre com desafios para impressora.

## ■ Fluxo:

O fluxo do filamento também é importante, para calibrá-lo devemos imprimir uma matriz de calibração, e após impressão verificar qual o melhor resultado e alterar o fluxo de filamento em seu fatiador.

0.60	0.65	0.70	0.75
0.80	0.85	0.90	0.95
1.00	1.05	1.10	1.15
1.20	1.25	1.30	1.35

Imagem 26: Matriz calibração de fluxo.

Fonte: [https://github.com/jasminemoreira/3D\\_printing/tree/master/Calibration\\_Matrix](https://github.com/jasminemoreira/3D_printing/tree/master/Calibration_Matrix)

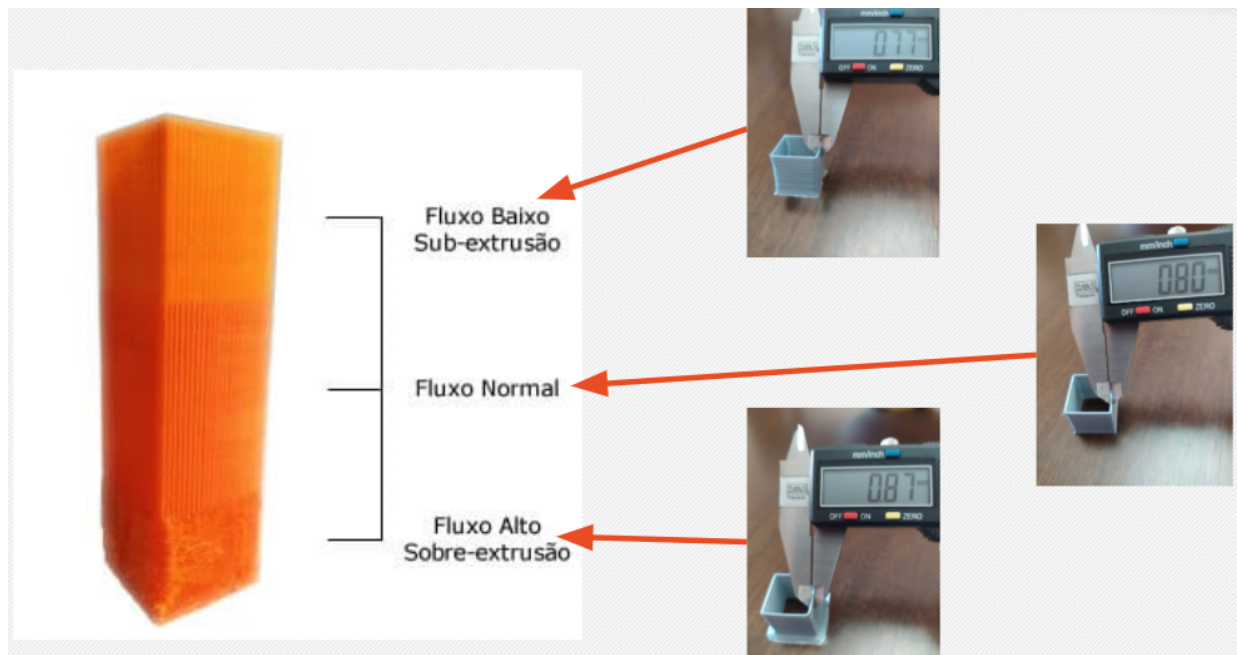


Imagem 27: Fluxo de filamento.

## ■ Retração:

Também devemos realizar o teste de retração, essa configuração serve para não deixar as famosas strings, que são fiapos entre dois pontos de um objeto, eles são causados devido ao fato da impressora não conseguir puxar de volta o filamento de maneira correta, deixando vazar um pouco no deslocamento de um ponto ao outro, assim, formando as strings.

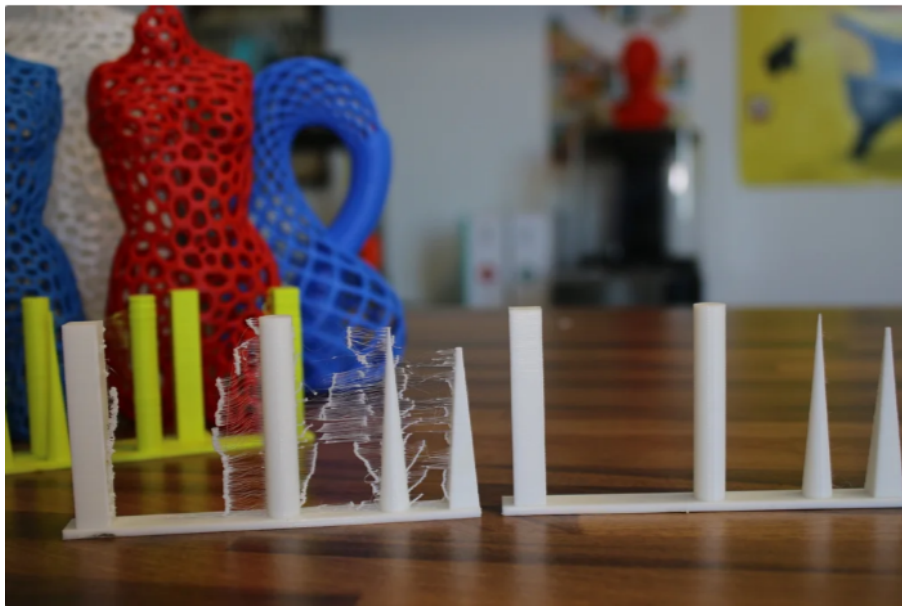


Imagem 25: Strings.

Para acabar com elas, devemos fazer vários testes, mudando a velocidade de retração(mm/s) e também o quanto de retração (mm), deve-se mudanças até não haver ou quase não perceber que existem strings no objeto.

## ■ Overhang:

O overhang é o ângulo da impressão, também podemos fazer um teste de overhang para saber até qual ângulo nossa impressora consegue imprimir sem utilizar suporte, com isso, pode-se economizar material e tempo para criação de suportes.

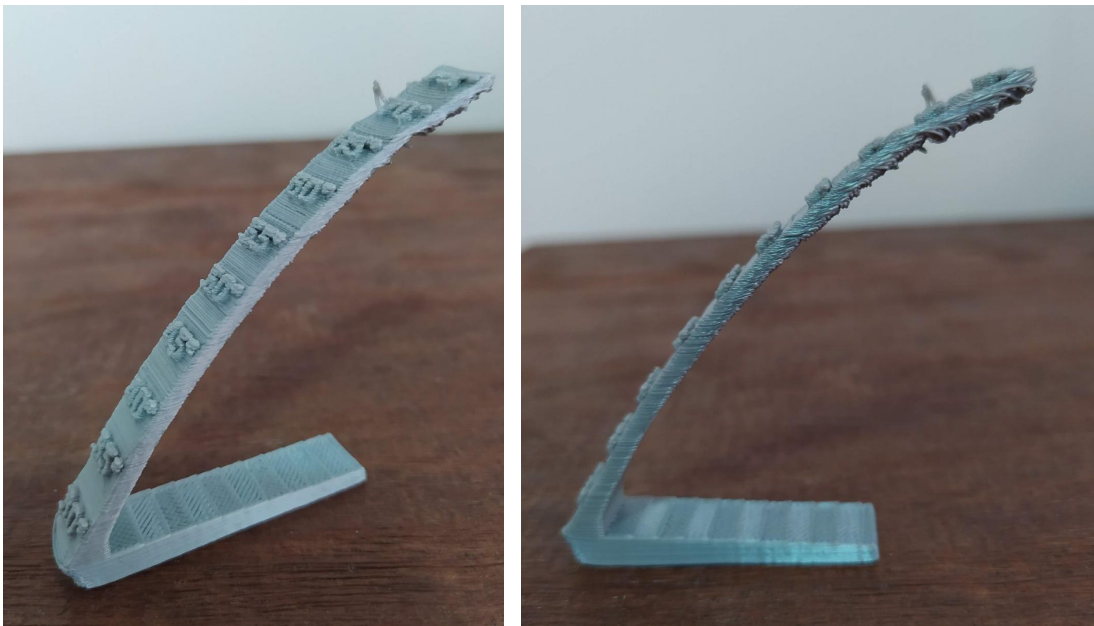


Imagem 28 e 29: Teste de overhang.

## ○ Impressão:

Neste ponto, aprendemos sobre os tipos de impressoras, os materiais usados, como elas funcionam, modelos 3d, e também todas as configurações e regulagens que devemos fazer para o bom funcionamento.

Para darmos início, deve-se primeiramente ligar a impressora, aquecer seu bico e inserir o filamento até vazar no bico. Após a inserção do filamento, devemos colocar o cartão SD com o GCODE do fatiamento do modelo.

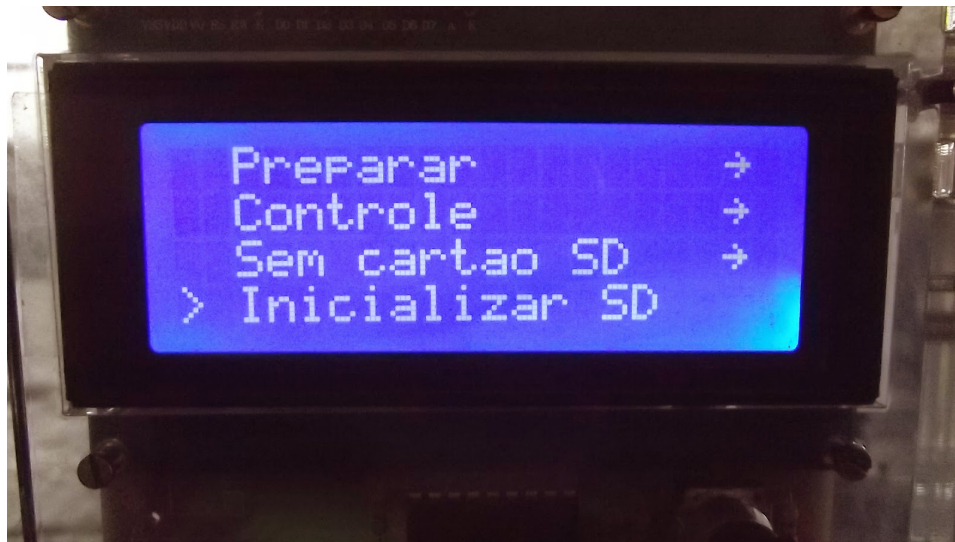


Imagem 31: Inicializando através do cartão SD.

**Recomenda-se** que não se utilize somente a mesa da mesma, coloque um vidro ou espelho na espessura de no máximo 3mm e prenda com grampos de papelaria.

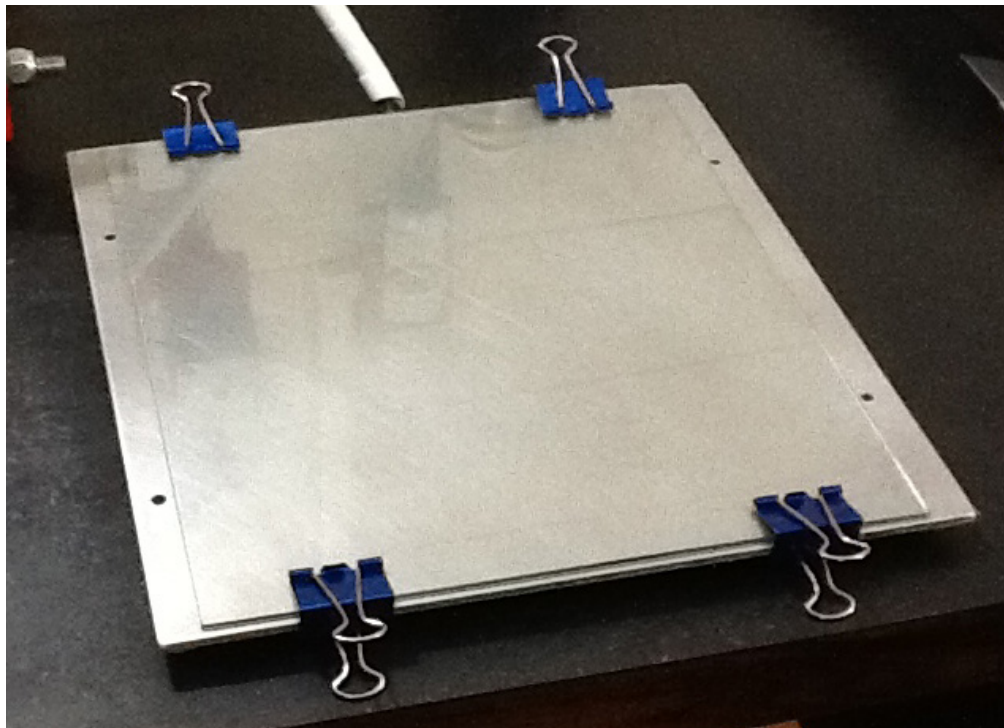


Imagem 32: Vidro sobre a mesa aquecida da impressora 3D.

Fonte: <http://3dmachine.blogspot.com/2012/05/mesa-de-impressao.html>

Devemos passar um fixador na mesa para que a peça não se solte antes de começarmos imprimir, normalmente utiliza-se spray de

fixação, podendo ser também spray fixador de cabelo, o mais utilizado é o da marca Karina, extra forte, jato seco. Eu particularmente utilizo cola de cano pvc, da marca tigre, para a impressão de ABS em uma menor temperatura da mesa.



Imagem 33: Spray Fixador de cabelo Karina Extra forte Jato Seco.



Imagem 34: Adesivo para PVC Tigre

Após passar o fixador na mesa, vá até o menu da impressora 3D e inicie a impressão, se tudo der certo, em instantes sua impressão estará concluída com sucesso.

## **Referências:**

<https://3dcriar.com.br/v2/2018/01/09/impressao-3d-na-odontologia-onde-esta-a-tecnologia-agora/>

<https://combtech.com.br/2018/01/05/tipos-de-impressoras-3d-o-guia-definitivo/>

<https://fazmakerspace.com.br/como-dar-acabamento-em-pecas-impressas-em-3d/>

<http://impressora3dcubica.blogspot.com/p/primeiros-passos.html>

<https://www.montarumnegocio.com/prototipagem/>

<https://pt.3dilla.com/materiais/plastico/>

<https://www.opet.com.br/faculdade/revista-engenharias/pdf/n3/Artigo2-n3-Bilyk.pdf>

<https://www.zonamaker.com/impression-3d/software-imp3d/manual-de-cura>

<https://www.tecmundo.com.br/impressora-3d/39647-20-perguntas-e-respostas>  
<https://www.wishbox.net.br/como-a-impressao-3d-revolucionou-a-prototipagem/>

<https://www.simplify3d.com/support/print-quality-troubleshooting/>

<https://www.wishbox.net.br/como-a-impressao-3d-revolucionou-a-prototipagem/sobre-impressoras-3d.htm>

<https://www.wishbox.net.br/blog/filamentos-para-impressao-3d/#btn-continuar-lendo>

<https://3dlab.com.br/a-primeira-impressora-3d-do-mundo/>

<https://3dlab.com.br/impressora-3d-sla/>

<https://3dlab.com.br/afinal-o-que-e-um-arquivo-stl/>

<https://3dfila.com.br/pla-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-o-filamento-pla/>

<https://www.filipeflop.com/categoria/impressao-3d/filamentos-abs/>

<https://www.filipeflop.com/categoria/impressao-3d/filamentos-petg/>

<https://3dfila.com.br/produto/filamento-petg-xt/>

[https://3dlab.com.br/categoria-produto/filamento-petg/?gclid=CjwKCAjw2bmLBhBREiwAZ6ugoyly2EaTqKHKwkuKYaITxKLjW0leB8f9LsB0S6O3cP0h7Vd0KdvOIhoCVWAQAvD\\_BwE](https://3dlab.com.br/categoria-produto/filamento-petg/?gclid=CjwKCAjw2bmLBhBREiwAZ6ugoyly2EaTqKHKwkuKYaITxKLjW0leB8f9LsB0S6O3cP0h7Vd0KdvOIhoCVWAQAvD_BwE)

<https://3dfila.com.br/guia-completo-para-filamento-flexivel-tpu/>

<https://www.filipeflop.com/blog/impressao-3d-em-resina/>

<https://www.filipeflop.com/categoria/impressao-3d/resinas/>

<https://3dlab.com.br/produto/resina-para-impressao-3d-standard/>

<https://3dlab.com.br/fatiadores-3d/>